



Vers un habitat écoresponsable en Saône-et-Loire, qui privilégie les ressources locales

Basile Cloquet

► To cite this version:

Basile Cloquet. Vers un habitat écoresponsable en Saône-et-Loire, qui privilégie les ressources locales. Architectures Matérielles [cs.AR]. Université de Grenoble, 2013. Français. NNT : 2013GRENH003 . tel-00965086

HAL Id: tel-00965086

<https://theses.hal.science/tel-00965086>

Submitted on 24 Mar 2014

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

THÈSE

Pour obtenir le grade de

DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ DE GRENOBLE

Spécialité : **Architecture**

Arrêté ministériel : 7 août 2006

Présentée par

Basile CLOQUET

Thèse dirigée par **Hubert GUILLAUD**

et codirigée par **Anne-Monique BARDAGOT**

préparée au sein du **Laboratoire CRAterre-ENSAG**

dans l'**École Doctorale n°454**

Sciences de l'Homme du Politique et du Territoire

Vers un habitat écoresponsable en Saône-et-Loire, qui privilégie les ressources locales

Thèse soutenue publiquement le **1^{er} mars 2013**,
devant le jury composé de :

M. Hubert GUILLAUD

Professeur HDR, École Nationale Supérieure d'Architecture de
Grenoble, Directeur de thèse

Mme Anne-Monique BARDAGOT

Maître-assistant, Docteur en ethnologie, École Nationale
Supérieure d'Architecture de Grenoble, Co-directrice de thèse

M. Philippe POTIÉ

Professeur HDR École Nationale Supérieure d'Architecture de
Versailles, Rapporteur, Président du jury

M. Stéphane HANROT

Professeur HDR, École Nationale Supérieure d'Architecture de
Marseille, Rapporteur

M. Henri BONIAU

Directeur de la Galerie Européenne de la Forêt et du Bois,
Conseil général de Saône-et-Loire, Personnalité extérieure



Mots clés

Habitat
Ressources locales
Écomatériaux
Développement territorial
Matériaux de construction
Saône-et-Loire

Résumé

Vers un habitat écoresponsable en Saône-et-Loire, qui privilégie les ressources locales

Ce travail de recherche doctorale interroge les modes de construction et l'accessibilité financière à l'habitat. Il est centré sur une recherche prospective de nouveaux modes de production d'un habitat économique qui valorisent les ressources du territoire, en l'occurrence celui de la Saône-et-Loire, et privilégient un développement local.

À une époque où les enjeux d'attractivité d'un territoire sont autant liés à l'emploi qu'à la qualité de vie que l'on peut y trouver, la question de l'habitat est majeure. Le développement d'un habitat attractif, économiquement accessible et qui favorise les filières locales, en plus de réduire l'empreinte écologique du secteur de la construction, participerait au développement économique du territoire. Ceci oblige à explorer de nouvelles solutions, notamment en termes de modes de production et d'utilisation des ressources locales.

Dans un premier temps, l'analyse des enjeux, potentiels et freins du territoire s'est fondée sur des enquêtes de terrain menées auprès d'acteurs et d'entreprises locales, croisées avec des références extérieures. Au regard de cette phase exploratoire, la deuxième étape s'est fondée sur une réflexion prospective. Il s'agissait de comprendre et éclairer les possibles, de faire émerger des pistes pour d'autres formes et d'autres modes de production de l'habitat. Ces pistes se traduisent en propositions de principes organisationnels, architecturaux et constructifs.

En termes de valorisation, plusieurs étapes de ce travail ont fait l'objet d'expositions et de conférences dont l'objectif était double. Il s'agissait, d'une part, de communiquer avec les acteurs locaux sur l'avancement de la recherche et de diffuser auprès du grand public des exemples de réalisations architecturales remettant en question la conception traditionnelle de l'habitat, tout en valorisant les ressources locales, et, d'autre part, d'amorcer une discussion, un débat avec les acteurs locaux afin d'affiner l'analyse et les propositions avancées en intégrant leurs apports à la réflexion, dans une démarche itérative.

Keywords

Housing
Local resources
Local development
Ecological architecture
Building materials
Burgundy

Summary

Toward an eco-responsible housing that promotes local resources in Saône-et-Loire (Burgundy-France)

This PhD research is questioning construction modes and financial accessibility to housing. It focuses on a prospective research for new production modes for low-cost housing that are valorising territorial resources of Saône-et-Loire and giving priority to a local development. In a time where stakes for territorial attraction are together linked with employment and quality of life, the question of habitat plays a key role. The development of an attractive habitat, economically accessible and favouring the local branches, while reducing the ecological footprint of the construction sector, would contribute to the economical development of the territory. Such a challenge requires an exploration of new solutions in terms of production modes and use of local resources.

Firstly, the analysis of the stakes, potentials and brakes of the territory, is based on field enquiries that have been carried out nearby local actors and contractors, and then crossed with outer references. With regard to this exploratory phase, the second step was founded on a prospective reflection. It consisted in understanding and enlightening all possible trends and let emerging paths for developing other kinds and modes of habitat production. These trends are presented in terms of organizational, architectural and construction proposals.

In terms of enhancement, several steps of this work were valorised through exhibitions and conferences with a twin objective. On one hand, it consisted in communicating with local actors on the research progresses and to disseminate nearby the great public some examples of architectural achievements that were questioning the traditional design of the habitat, while valorising the local resources, and, secondly, to revive a debate with local stakeholders in order to refine the advanced proposals while integrating their inputs in the reflection, within an iterative approach.

Laboratoire CRAterre-ENSAG
Unité de recherche Architecture, Environnement et Cultures Constructives
École Nationale Supérieure d'Architecture de Grenoble
60 avenue de Constantine
BP 2636
38036 Grenoble cedex 2

Remerciements

Les multiples relectures précises, les soutiens, les conseils, la confiance, et la disponibilité d'Hubert Guillaud et Anne-Monique Baradagot, ont été indispensables pour mener à bien ce travail de thèse, je les en remercie chaleureusement.

Je remercie Mathilde pour l'entraide tout au long de cette aventure et pour cette collaboration de longue date.

Je remercie l'équipe d'enseignants passionnés et passionnants qui m'a fait redécouvrir l'architecture en arrivant à Grenoble : Anne-Monique Bardagot, Patrice Doat, Nicolas Dubus, Hubert Guillaud, Bruno Marielle, Pascal Rollet.

Merci à la grande équipe d'Architecture, Environnement et Cultures Constructives composée des chercheurs et spécialistes des laboratoires CRAterre-ENSAG et Cultures Constructives.

Je souhaiterais remercier le Conseil général de Saône-et-Loire pour nous avoir accueillis pendant ces trois années, en particulier Pierre Martinerie, qui a porté le projet.

Merci à l'accueil et la collaboration de l'équipe de la Galerie Européenne de la Forêt et du Bois : Henri Boniau, Sophie Brubach, François Paquelier, Christine Rondet, Jean-Yves Guyonnet ainsi que tous les autres.

Merci à tous les professionnels, enseignants de l'ENSAM, artisans et entrepreneurs de Saône-et-loire et au-delà, ayant accepté de nous recevoir afin d'échanger sur leur travail.

Merci aux soutiens précieux de ma famille et de mes amis

SOMMAIRE

INTRODUCTION	17
PARTIE 1 : ANALYSE DES RESSOURCES LOCALES ET DES LEVIERS POUR RENDRE LE LOGEMENT FINANCIÈREMENT ACCESSIBLE	65
1.1 Installation dans le territoire	67
1.1.1 Un territoire principalement rural, en perte d'attractivité	67
1.1.2 Une diversité de « pays » à identité forte	67
1.1.3 Des dynamiques actuelles d'occupation du territoire à maîtriser	68
1.1.4 Le foncier, un important levier de réduction des coûts	68
1.1.5 Un territoire riche en ressources naturelles pour la construction	69
1.1.5.1 La culture constructive vernaculaire du territoire	69
1.1.5.2 La Saône-et-Loire dispose de ressources minérales variées	77
1.1.5.3 Un sol offrant de nombreuses ressources végétales, principalement du bois	78
1.2 Montage et gestion du projet	86
1.2.1 Un accès à un habitat de qualité de plus en plus difficile	86
1.2.2 Répondre aux besoins en logement de manière localisée	86
1.2.3 La question des normes et des procédures	86
1.2.3.1 Des freins à l'innovation architecturale	86
1.2.3.2 Des freins au développement de l'innovation locale	86
1.2.4 Le financement du logement social, un point de blocage crucial	92
1.3 Conception	93
1.3.1 Une étape déterminante	93
1.3.2 L'implantation et l'organisation des bâtiments	93
1.3.3 L'organisation du logement	93
1.3.4 La dimension constructive et le choix des matériaux	94
1.3.4.1 Le choix du système constructif impacte fortement l'économie du projet	94
1.3.4.2 Le rôle de l'architecte pour le choix des matériaux, le conseil aux maîtres d'ouvrage et la mise en place des filières	95

1.4	Construction	97
1.4.1	L'impact du coût de la matière et de sa mise en œuvre	97
1.4.1.1	Un coût de matière fortement lié au coût de l'énergie et à l'économie de marché	97
1.4.1.2	La mise en œuvre, une part importante du coût de l'habitat	99
1.4.2	L'organisation des entreprises	101
1.4.2.1	Productivité des entreprises	101
1.4.2.2	Consultation des Entreprises	103
1.4.2.3	Gestion des chantiers	103
1.4.2.4	Un manque de qualification source de surcoûts dans la construction	104
1.4.3	La filière bois en Saône-et-Loire	106
1.4.3.1	Un grand nombre de petites scieries avec une activité de sciage à façon complétée par des unités de sciage industriel pour absorber la production de douglas	108
1.4.3.2	La deuxième transformation : principalement des PME qui se forment et s'organisent face aux enjeux actuels, mais aussi des unités industrielles performantes	110
1.4.3.3	Une ressource abondante mais peu de bois local dans la construction	112
1.4.3.4	Une ressource qui ne répond pas aux attentes actuelles de la construction en bois	115
1.4.4	La pierre, un matériau renommé mais aujourd'hui très peu utilisé localement pour la construction	117
1.4.4.1	La pierre calcaire, une ressource encore exploitée dans le Mâconnais	120
1.4.4.2	Le département produit des granulats mais doit en importer pour produire du béton	123
1.4.5	Ne produire qu'avec des ressources locales, est-ce réaliste aujourd'hui ?	124
1.4.5.1	La filière classique de construction est-elle prête à utiliser les matériaux locaux ?	126
1.5	Utilisation du logement	127
1.5.1	Le fonctionnement du logement influence le coût global de l'habitat	127
1.5.1.1	Un parc important de logements anciens, source d'inconfort et de précarité énergétique	127
1.5.1.2	Des charges qui pèsent lourd dans le budget logement	128
1.5.1.3	Un coût fortement lié à la consommation énergétique	130
1.5.1.4	Construire neuf et économe en énergie : construire plus cher au départ ?	130
1.5.1.5	Le cycle de vie du logement	132
1.5.2	Le transport	135
1.6	Conclusion de la partie 1	137

PARTIE 2 : DES PISTES POUR LA CONSTRUCTION D'UN HABITAT ÉCONOMIQUE ET ÉCORESPONSABLE	139
2.1 Pistes de montage et de gestion de projet	142
2.1.1 Mieux valoriser la conception	142
2.1.1.1 Concevoir des logements de qualité avec un budget serré	142
2.1.1.2 Vers une conception plus collaborative	142
2.1.2 Favoriser la participation des habitants à l'élaboration et la gestion de leur cadre de vie	143
2.1.3 Favoriser la participation des habitants et les projets d'habitat groupé	143
2.1.4 OUTsiders et Armadillo Box 71, des pistes d'habitat économique et écoresponsable : une expérimentation collective	144
2.1.4.1 OUTsiders, habiter les saisons	144
2.1.4.2 Armadillo Box 71, déclinaison du prototype Armadillo Box SDE 2010	147
2.2 Pistes à l'échelle du territoire et de la commune	154
2.2.1 La répartition de la population sur le territoire	154
2.2.2 Mieux gérer le foncier	154
2.2.3 Accompagner les communes rurales pour un développement urbain durable	154
2.2.4 Privilégier la redynamisation des centres sur la construction en extension	155
2.2.4.1 Occuper le bâti existant en priorité	155
2.2.4.2 En second lieu, densifier le tissu déjà urbanisé	155
2.2.4.3 Rendre l'habitat isolé autonome énergétiquement et plus	155
2.2.4.4 Lorsque le besoin en logements est important, réaliser des extensions de ville ou de village denses	159
2.3 Pistes architecturales	160
2.3.1 La simplicité, un préalable	160
2.3.2 Réhabiliter des bâtiments existants	160
2.3.2.1 Ajouter une deuxième peau	161
2.3.2.2 Créer une boîte dans une boîte existante	165
2.3.3 Construire des bâtiments neufs	171
2.3.4 Diminuer les charges en produisant des logements moins énergétivores	172
2.3.4.1 Améliorer le bâti existant et construire neuf économe en énergie	172
2.3.4.2 La démarche Négawatt : sobriété, efficacité, énergies renouvelables	175
2.3.4.3 Pour un habitat économique et économe en énergie, vivre plus connecté aux saisons	176
2.4 Pistes constructives	183
2.4.1 Les écomatériaux pour la création de filières locales génératrices d'emplois	183
2.4.1.1 Les écomatériaux locaux : une empreinte écologique minimisée	183
2.4.1.2 Les écomatériaux locaux : une source d'emploi et de développement économique local	186
2.4.2 Une organisation des acteurs de l'habitat pour permettre la généralisation de l'utilisation des écomatériaux locaux	191
2.4.2.1 Favoriser le dialogue entre les acteurs de l'ensemble des filières de construction	191
2.4.2.2 Mettre en commun des moyens de production au sein d'un réseau de petites entreprises	194

2.4.2.3	Favoriser le groupement des professionnels en associations pour la diffusion des écomatériaux	195
2.4.2.4	L'importance de former les architectes dans la connaissance des matériaux	196
2.4.3	Construire avec du bois local, approprié pour répondre au besoin en habitat attractif, économique et écoresponsable de la Saône-et-Loire	198
2.4.3.1	Construire avec du bois local pour générer des emplois locaux, en particulier en zone rurale	198
2.4.3.2	Une filière à développer pour mieux valoriser les ressources et les entreprises locales	199
2.4.3.3	Des pistes pour une utilisation du bois dans l'habitat qui valorisent mieux les ressources et les entreprises locales	211
2.4.3.4	Des initiatives locales, autant de potentiels pour améliorer l'offre dans une logique de proximité	222
2.4.4	D'autres filières d'écomatériaux locaux à valoriser	226
2.4.4.1	La paille, un matériau renouvelable annuellement : un atout économique et écologique à long terme	226
2.4.4.2	Le chanvre, une piste pour la rénovation du patrimoine en pan de bois et l'isolation	234
2.4.4.3	Vers une architecture contemporaine et économique en pierre	238
2.4.4.4	La terre locale, bonne pour la construction	244
2.4.5	Améliorer les outils de production locaux	248
2.4.5.1	Construire plus vite pour construire moins cher	248
2.4.5.2	Préfabriquer	250
2.4.5.3	L'industrialisation, les avantages de la production de masse, mais la nécessité de rester vigilant sur la qualité urbaine	254
2.4.5.4	Des outils pour offrir des marges de manœuvre aux petites et moyennes entreprises et qui pourraient motiver les jeunes à entrer dans le monde de la construction	265
2.4.6	Minimiser la quantité de matière ou mieux l'utiliser	269
2.4.6.1	Utiliser moins de matière pour offrir plus de volume à vivre	269
2.4.6.2	Emploi et réemploi de la matière afin d'éviter un gaspillage des ressources	277
2.4.7	Autoconstruire, autofinir, autoréhabiliter	288
2.4.7.1	Un temps disponible qui pourrait être valorisé par un apport en travail pour l'habitat	288
2.4.7.2	L'autoconstruction assistée, totale ou partielle du logement peut permettre à des personnes à faible revenu d'accéder à un logement de qualité	289
2.4.7.3	L'autofinition, une version allégée de l'autoconstruction	293
2.4.7.4	L'autoamélioration et l'autoréhabilitation de l'habitat	295
2.4.7.5	Adapter le processus de production du logement à l'autoconstruction et aux autoconstructeurs	297

CONCLUSION	309
-------------------	------------

BIBLIOGRAPHIE	319
----------------------	------------

TABLE DES FIGURES	362
--------------------------	------------

Introduction

« À une époque dominée par le fordisme et la production de masse, les théories traditionnelles du développement, fondées sur une croissance économique illimitée, ont conçu et utilisé le territoire en termes de plus en plus réducteurs : le producteur/consommateur a remplacé l'habitant, le site s'est substitué au lieu, la région économique à la région historique et à la bio-région. Le territoire dont nous nous sommes progressivement « affranchis », en raison même du développement technique, s'est vu représenté et utilisé comme le simple support technique d'activités et de fonctions économiques, dont la localisation est déterminée par une rationalité de plus en plus indépendante de toute relation avec le lieu, et qui ne tient plus aucun compte de ses caractéristiques environnementales, culturelles et identitaires. »

Alberto Magnaghi, architecte urbaniste
(MAGNAGHI, 2003, p.14)

« Nous puisons dans des stocks de ressources naturelles non renouvelables (pétrole, matières premières, etc.) et dégradons ou modifions qualitativement les fonds environnementaux en leur imposant un rythme d'exploitation supérieur à leur capacité de régénérescence (terres agricoles, eau, ressources maritimes, etc.).[...] le fait que l'exploitation des stocks de ressources épuisables libère la « vitesse » économique (la croissance) du rythme écologique contribue à la dégradation des fonds, notamment de la biosphère, et peut susciter des changements irréversibles dans l'évolution du climat. »

Laurent Fitoussi et Éloi Laurent, économistes
(FITOUSSI, É. LAURENT, 2008, p.51)

« Design has become the most powerful tool with which man shapes his tools and environments (and, by extension, society and himself). This demands high social and moral responsibility from the designer. »

Victor Papanek, designer
(PAPANÉK, 1972 préface)

Ce travail interroge les modes de construction et l'accessibilité financière à l'habitat. Il est centré sur une recherche prospective de nouveaux modes de production d'un habitat économique qui valorisent les ressources du territoire, en l'occurrence celui de la Saône-et-Loire, et privilégient un développement local. À une époque où les enjeux d'attractivité d'un territoire sont autant liés à l'emploi qu'à la qualité de vie que l'on peut y trouver, la question de l'habitat est un enjeu majeur. Quel rôle peut jouer la production de l'habitat dans le développement d'un territoire ? Peut-elle contribuer à accroître son attractivité ? Peut-elle permettre de développer son économie ? Quelles formes peuvent prendre cette production ? Comment peut-elle valoriser les ressources du lieu ? Quel est le rôle de l'architecte dans la valorisation de ces ressources locales ? Comment impliquer les acteurs publics et privés du logement social et du logement financièrement accessible dans cette démarche ?

Les cultures constructives contemporaines laissent une grande place aux systèmes constructifs standardisés (bloc de béton, plaque de plâtre, laine de verre notamment). Mais, permettent-elles de valoriser un savoir-faire particulier et parviennent-elles, par l'architecture produite, à affirmer une identité propre et caractéristique d'un savoir-faire d'un territoire ? Qu'en est-il en Saône-et-Loire ? L'utilisation d'autres matériaux pourrait-elle, en complément, favoriser le développement local ? Par le passé, de quels matériaux étaient faites les maisons vigneronnes dans le mâconnais et le chalonnais ou les fermes de la Bresse ? Étaient-elles porteuses de techniques particulières mettant en œuvre des savoir-faire locaux particuliers qui pourraient apporter une réponse aux enjeux du développement ? La Saône-et-Loire est un département principalement rural qui dispose de ressources naturelles exploitables et transformables localement. Son patrimoine architectural et industriel en est la preuve. Si la maison ouvrière était construite en pisé et en pierre locale et briques à Montceau-les-Mines au début du XIX^e siècle, on remarque qu'après la Seconde Guerre Mondiale, la culture constructive du béton de ciment a pris une large place dans la reconstruction. Les possibilités offertes par le béton de ciment ont permis la construction rapide de nombreux logements pour répondre aux besoins d'une population en grande croissance démographique et apporter une partie du confort moderne. En revanche, quel que soit leur mode constructif, on compte un très grand nombre de bâtiments en Saône-et-Loire, datant d'avant 1974 (1^{er} choc pétrolier) qui n'étaient pas soumis aux premières réglementations thermiques. Cela pose un grave problème de précarité énergétique étant donné le coût de fonctionnement, le coût de chauffage notamment, est une des composantes qui impacte le plus le coût global de l'habitat. Les charges de chauffage et de transport font partie des grands enjeux d'accessibilité au logement, et le besoin est grand en nouvelles réponses pour la rénovation du patrimoine en Saône-et-Loire en l'occurrence. Ces enjeux énergétiques dépassent largement le cadre de l'habitation car les ressources en énergie primaires (gaz, pétrole, uranium...) sont dispersées sur toute la planète et en quantité finie. Cela pose le problème des ressources non seulement en savoir-faire, impliquant l'économie et les pratiques sociales, mais aussi physiques et énergétiques.

L'économie des ressources est un des enjeux majeurs pointés par la communauté scientifique mondiale en vue d'un développement durable (BRUNDTLAND, LINCOLN, GAGNON, ET AL., 1989) à l'échelle du globe. Après avoir analysé le point de vue de plusieurs économistes et notamment celui de Nicholas Georgescu-Roegen qui met en parallèle les sciences économiques et les sciences physiques afin de regarder le développement actuel sous un nouvel angle de vue, Jean-Paul Fitoussi et Éloi Laurent (FITOUSSI, É. LAURENT, *op. cit.*, p.51) tentent d'apporter des réponses à cette nécessité écologique de lutter contre une surconsommation des ressources non renouvelables. Sans tomber dans « les sirènes de la décroissance » qui renonceraient au progrès, ni dans l'idée que le marché pourrait résoudre tous les problèmes associés à des solutions techniques, il existe selon eux, des voies dans l'évolution du développement, actuellement, qui permettent d'être optimiste quant à la capacité de l'humain à résoudre les problèmes qu'il engendre. Ils en appellent à l'intelligence globale pour maintenir l'équilibre et l'égalité face à la pénurie des ressources en cours et à venir, tout en pariant sur la capacité des transferts de connaissances, de la recherche scientifique à se poser les bonnes questions pour trouver de nouvelles solutions. La deuxième piste évoquée est celle d'un développement qui s'opère grâce aux énergies et aux ressources renouvelables.

Afin de rendre cette piste réalisable face à la surconsommation actuelle d'énergie non renouvelable¹, l'association Négawatt défend la sobriété énergétique :

« la démarche négaWatt cherche à réduire la demande, tout d'abord en s'interrogeant sur les besoins eux-mêmes, puis en appliquant les meilleures techniques disponibles pour les satisfaire avec le moins d'énergie possible. C'est seulement ensuite qu'elle donne la priorité aux différentes formes d'énergies renouvelables², par définition inépuisables et bien moins néfastes pour l'environnement que les énergies fossiles (pétrole, gaz, charbon) ou le nucléaire. »
(NÉGAWATT, [s.d.], p.318)

¹ L'énergie nucléaire et l'énergie issue de ressources fossiles sont majoritaires dans le mixe énergétique français.

² Les auteurs font le parallèle entre énergie renouvelables et les énergies de « flux » : éolien, solaire, courants marins, bois de forêt durablement gérées etc.) en opposition aux énergies « de stock », issus de ressources non renouvelables (nucléaire, pétrole, gaz etc.).

Face à cette crise écologique et économique, l'utilisation précautionneuse des ressources se pose donc actuellement, que ce soit d'un point de vue énergétique ou des matières premières. À l'heure actuelle, l'énergie grise² qu'il a fallu dépenser pour produire les matériaux de construction représente une part minoritaire des dépenses énergétiques en comparaison avec le chauffage, l'eau chaude et la ventilation du logement (Fig. 1).

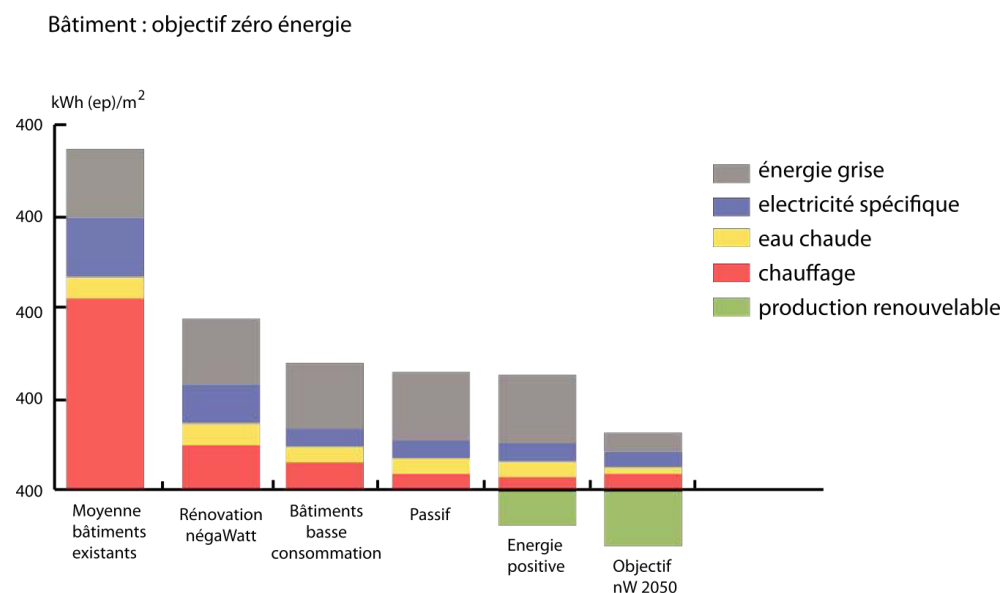


Fig. 1 L'évolution des performances énergétiques dans le bâtiment (en kWh d'énergie primaire) (SALOMON, JEDLICZKA, MARIGNAC, ET AL., 2011, p.320).

La priorité est donc de rendre l'habitat moins énergétivore en chauffage et moins consommateur de ressources non renouvelables³. L'utilisation d'énergies renouvelables comme le solaire, l'éolien, certains biocarburants⁴, l'hydraulique, semble aujourd'hui incontournable dans la production d'électricité ou de chauffage du logement. Mais si l'on se place dans la perspective d'une réduction des dépenses énergétiques globales du logement, l'énergie induite par la production des matériaux utilisés pour sa construction est aussi un élément à prendre en compte. Les matériaux qui demandent beaucoup d'énergie lors de leur fabrication impactent durablement les ressources en énergie et en matière première. L'évaluation de la quantité d'énergie incorporée à la construction de bâtiment fait l'objet de nombreuses recherches et en particulier d'analyse de cycle de vie des matériaux par des équipes d'ingénieurs, qui permettront de mettre en évidence les gisements d'économie d'énergie⁵. Quelles pourraient être les pistes pour une utilisation optimale de la matière en vue d'une construction de l'habitat de demain ? Quels rôles pourraient jouer les matériaux locaux et les filières locales ?

³ La réglementation thermique française en vigueur (RT 2012) agit sur la consommation d'énergie qu'il faut pour faire fonctionner un bâtiment mais ne mentionne pas une obligation concernant l'énergie grise produite par le bâtiment ni d'économie de ressources

⁴ Ignacy Sachs, dans une conférence donnée le 3 juin 2010 à l'Institut de géographie alpine (Grenoble) rappelait l'importance du développement des biocarburants et notamment les carburant à base d'algues.

À la question « quels dispositifs une stratégie de développement durable appropriée devrait-elle adopter ? » l'architecte et ingénieur Ruddy Ricciotty, répond qu'il faut :

« D'abord rappeler que le développement durable s'adresse à l'économique et au social. Ainsi, il faut donc considérer ce que le travail produit comme cohésion sociale. La cible raisonnable est de réduire le consumérisme technologique et d'augmenter le besoin en main d'œuvre, de l'ouvrier à l'ingénieur. L'écologisme additionnel⁶ est assez clairement décadent. » (DARMON, 2009c, p.20)

Le concept d'écoresponsabilité va dans le même sens. Il se réfère à la définition proposée par l'architecte et journaliste Dominique Gauzin-Müller, spécialiste des questions d'architecture écologique :

« L'habitat écoresponsable est fondé sur un équilibre entre l'homme et son environnement, entre la tradition et la modernité, entre le low-tech et le high-tech. La démarche qui y mène n'est pas une nouvelle contrainte ajoutée à beaucoup d'autres, mais un état d'esprit qui recentre les champs du possible, dans un souci de sobriété. Elle fait appel à la créativité et à la mise en commun des compétences dans un esprit d'ouverture. Les principes fondamentaux qui nous permettent de construire un habitat écoresponsable sont tous d'une grande simplicité et pour la plupart connus depuis longtemps. »
(GAUZIN-MÜLLER, 2008e)

Comment réduire l'utilisation des ressources non renouvelables pour la construction de l'habitat, tout en permettant le développement d'un territoire ? Les modes de production de l'habitat peuvent-ils être une source de développement d'un territoire ? Peuvent-ils jouer un rôle social ? Existe-t-il des filières de matériaux utilisant les ressources locales, en matériaux et savoir-faire sur le territoire ? L'habitat peut-il être source de création d'activité ?

L'hypothèse s'énonce donc ainsi : le développement d'un habitat attractif, économiquement accessible et qui favorise les filières locales, en plus de réduire l'empreinte écologique du secteur de la construction, participe au développement économique du territoire. Ceci oblige à explorer de nouvelles solutions, notamment en termes de modes de production et d'utilisation des ressources locales.

⁶ « L'écologisme additionnel » fait ici référence à la démarche HQE qui, selon lui, pousse à l'ajout de systèmes techniques complexes et d'isolation en plus, qui impliquent de dépenser plus de matière, à l'inverse d'une écologie qui pense le bâtiment dans sa globalité.

Une thèse menée sur un territoire déterminé : la Saône-et-Loire

J'ai saisi avec enthousiasme l'opportunité d'une demande du conseil général de Saône-et-Loire pour entamer une recherche. J'ai mené ce travail dans le cadre d'une Convention Industrielle de Formation par la Recherche (CIFRE). Cette convention s'est déroulée dans le cadre d'un partenariat entre l'école nationale supérieure d'architecture de Grenoble et le conseil général de Saône-et-Loire, dont l'objectif est de contribuer à l'amélioration de l'offre en logements sociaux. Le sujet a été défini en interaction avec la collectivité et s'applique à son territoire.

Cette opportunité m'a permis de traiter de la question de l'accessibilité à l'habitat et de l'utilisation des ressources locales en m'appuyant sur le territoire de Saône-et-Loire comme étude de cas. Cette recherche vise, notamment à constituer une aide à la décision pour l'orientation des politiques territoriales locales, avec un regard d'architecte sur les nouvelles pensées du logement accessible. Elle tente également d'amorcer la discussion entre les acteurs locaux pour un développement d'une filière habitat écoresponsable. Enfin, elle contribue à mettre en place une démarche pour mieux se saisir de la question de l'habitat et du développement d'un territoire, qui pourrait être applicable à d'autres situations.

Un parcours ramenant toujours à la question de l'habitat écologique.

Depuis le début de mon parcours en école d'architecture⁷, les moyens que l'homme met en œuvre techniquement et socialement pour concevoir et construire son habitat en interaction avec son environnement, ont toujours été ma préoccupation.

La thématique de Master « Architecture et cultures constructive » dans laquelle nous étions inscrits et avons réalisés, Gaëlle Bois-Soulier, Mathilde Chamodot et moi-même, le projet de fin d'études « Entre serre et terre » (BOIS-SOULIER, CHAMODOT, CLOQUET, 2006), proposait un projet intégrant très en amont dans sa conception les mécanismes d'entraide à l'autoconstruction en vue de l'accession à la propriété pour des habitants à revenus modestes, en recherchant des modes de mise en œuvre de matériaux locaux - en l'occurrence le bois et la terre. Le choix d'une partie d'autoconstruction a induit l'étude de la faisabilité de l'ouvrage par des personnes non issues du monde de la construction pour valider le concept.

À l'issue de la formation post diplôme du DSA architecture de terre (CHAMODOT, CLOQUET, 2008a), Mathilde Chamodot et moi-même avons été chargés par le laboratoire CRATerre, d'une mission de six mois dans un site particulier inscrit sur la liste du patrimoine mondial par l'Unesco : le pays Dogon au Mali. La finalité première de cette mission fut d'aider les populations locales à mieux redécouvrir, transmettre et échanger les savoirs de construction basés sur les connaissances acquises depuis des centaines d'années sur les matériaux locaux afin de rester ou de redevenir maîtresses de leur développement et d'améliorer leur habitat. Une partie du travail réalisé a permis une capitalisation du savoir constructif local et la

⁷ Étude des maisons de l'architecte Glenn Murcutt ; visites et analyses des quartiers novateurs d'habitation écologiques de Vauban et Rieselfeld à Freiburg im Brigau ; mémoire de master portant principalement sur l'analyse des processus de conception des architectes Bernard Rudofky et Glenn Murcutt

restitution en une base de données illustrée. Le confort des maisons traditionnelles dans leurs formes et leurs espaces ne convient pas forcément aux nouveaux modes de vie des habitants du pays. Mais certaines techniques restent pertinentes et judicieuses quant à l'économie, le confort, notamment thermique, qu'elles procurent. La phase de prototype sur un module d'habitat réel a permis d'évaluer et de renseigner les applications de certaines techniques sur un site précis. En outre, elle a surtout permis le discours entre les maçons intervenants sur le chantier entre eux ainsi qu'avec les membres de la Mission culturelle de Bandiagara et les décideurs de la ville, sans oublier les habitants des alentours. Bien sûr cette méthode de prototype permet la validation de techniques mais surtout la discussion entre les parties prenantes du projet sur une réalisation concrète permettant de faire évoluer le travail afin d'optimiser la réponse. La démarche adoptée sur un territoire du Mali m'a offert l'opportunité de constater à quel point repenser l'habitat exige une bonne connaissance du territoire et du contexte, des rencontres et entretiens avec les différents acteurs concernés, des expérimentations... Cette expérience m'a permis d'envisager une transposition de cette approche pour aborder le territoire de la Saône-et-Loire, et notamment de rencontrer et interviewer de nombreux acteurs de la construction pour dresser un état des lieux.

Une démarche itérative et une réflexion prospective

Nous sommes deux architectes, Mathilde Chamodot et moi-même, à nous être lancés dans un travail de recherche dont les contributions sont complémentaires. Ce travail se traduit par deux thèses, avec des contenus qui se croisent et se complètent. Afin de pouvoir éclairer les possibles en termes de nouvelles formes et de nouveaux modes de production de logement en Saône-et-Loire, nous avons adopté une démarche itérative. Une exploration du territoire croisant la multiplicité des aspects liés à la question de l'habitat, l'établissement d'un état des lieux, d'un diagnostic transversal ont été indispensables. Appréhender les processus démographiques, territoriaux, économiques et sociaux en cours, saisir les stratégies d'aménagement du territoire et les volontés politiques pour le développement local portées par ses élus, faire émerger les spécificités des territoires, analyser les enjeux, les potentiels, les atouts et les freins du département pour la production d'habitat écoresponsable : une longue phase d'enquête a été essentielle. Il s'agissait d'avoir une vision globale des enjeux et potentiels locaux, de réussir à analyser les différents et nombreux niveaux d'information et à croiser les visions, les points de vue de différents acteurs. Nous nous sommes basés sur une grande diversité de sources afin d'avoir une compréhension de la complexité du territoire la plus fine possible. En passant de lectures à des visites de terrains, de séminaires nationaux à des interviews d'acteurs locaux, nous avons fait des allers-retours qui ont nourri l'analyse. À chaque étape, les apports de l'enquête ont été intégrés, des ajustements ont été faits, l'analyse a été affinée, nous permettant de progresser dans la réflexion. Petit à petit, cela nous a permis de mettre en lumière les enjeux propres au département en ce qui concerne le logement, les potentiels du territoire en termes de ressources naturelles et humaines

pour la construction, et les leviers d'action possibles pour produire du logement abordable.

Parallèlement a été menée une réflexion prospective pour comprendre et éclairer les possibles, faire émerger des pistes pour d'autres formes et d'autres modes de production de l'habitat, qui permettent à chacun d'accéder à un logement, quels que soient ses besoins et ses moyens et qui favorisent une dynamisation de l'économie locale en privilégiant les filières courtes. Des allers-retours entre enquêtes, exploration du territoire, analyse, et réflexion sur les pistes ont permis de construire, de manière prospective, des propositions qui se sont affinées au fur et à mesure de la recherche.

La convention CIFRE a déterminé les conditions de l'organisation de la recherche. La moitié du temps, pendant toute la durée de la convention (de mars 2009 à juin 2012), a été passée au sein de la Galerie Européenne de la Forêt et du Bois (GEFB) à Dompierre-les-Ormes. Ce service du Conseil général de Saône-et-Loire est dédié à la filière bois locale. C'est un lieu d'expositions et de conférences qui vise un large public, aussi bien professionnel que scolaire ou touristique. Notre arrivée à la GEFB a marqué la création de la « cellule habitat durable », un centre de ressource pour les habitants et les professionnels locaux sur le thème de l'habitat écoresponsable. Cette cellule, à laquelle nous avons participé, Mathilde Chamodot et moi-même, avec l'équipe de la Galerie ainsi que plusieurs jeunes ingénieurs stagiaires, a eu diverses activités au cours de ces trois années. L'activité principale était un travail avec les artisans locaux autour d'un prototype d'habitat en bois local conçu par des étudiants de l'ENSAG. La cellule a également aidé à la mise en place d'un club d'entreprises autour des questions d'habitat durable, et à la mise en place d'un cycle de conférences mensuel. La cellule a aussi participé à compléter le centre de documentation initialement dédié au bois par des ouvrages liés à l'écoconstruction, ainsi qu'à la création et l'animation de plusieurs expositions et ateliers pédagogiques pour le grand public et le public scolaire. Divers documents de communication ont été publiés. Notre temps passé en Saône-et-Loire était partagé entre notre travail d'enquête auprès des acteurs locaux (interviews, visites de terrain) et notre participation aux activités de la cellule « habitat durable » :

- Réalisation de trois expositions (voir en annexe) et de trois conférences ;
- Création et animation d'ateliers pédagogiques sur l'architecture en terre crue ;
- Réalisation de plaquettes, de posters, de présentations « Power Point » et de lettres d'information ;
- Formation des animateurs de la GEFB aux visites guidées des expositions sur l'habitat écoresponsable et aux ateliers pédagogiques ;
- Renseignement des visiteurs de la GEFB sur les questions liées à l'habitat écoresponsable ;
- Participation au suivi des projets de prototypes d'habitat écoresponsable « Outsider » puis « Armadillo Box 71 » ;
- Participation à la mise en place et au fonctionnement du cycle de conférences ;
- Réalisation des rapports d'activité annuels de la cellule ;
- Réalisation d'une revue de presse.

Les activités liées à la cellule « habitat durable » ont facilité l'immersion sur le terrain et la rencontre d'acteurs clefs. L'autre moitié de notre temps, passé au sein du laboratoire CRAterre à Grenoble, était consacré au traitement et à l'analyse des données issues du terrain ainsi qu'à la recherche documentaire.

La phase exploratoire s'est principalement fondée sur des enquêtes de terrain menées auprès d'acteurs locaux : élus, techniciens, entreprises de transformation de la matière ou de construction, bailleurs sociaux, architectes, ingénieurs, économistes, habitants, chercheurs, etc.). Ceci a été facilité par notre présence à la Galerie Européenne de la Forêt et du Bois où divers événements rassemblant les professionnels du département ont été organisés.

Trente-cinq personnes ont été interviewées (entretiens semi directifs) : des acteurs locaux choisis pour représenter un panel le plus large possible des différents secteurs liés à la production de l'habitat : professionnels de la filière bois (forestiers, scieurs, charpentiers, menuisiers, enseignants, chercheurs, organismes liés à la filière bois, etc.) et d'autres filières de construction, concepteurs, économiste de la construction, acteurs du logement social, élus locaux, membres des collectivités locales, habitants, autoconstructeurs, associations :

- Henri Boniau, directeur de la Galerie Européenne de la Forêt et du Bois, à Dompierre-les-Ormes, 3 mars 2009 ;
- Bernard Vouillon, charpentier, à Trambly le 4 mars 2009 ;
- Eric Sauvignet, ingénieur au bureau d'étude de l'entreprise Barlet Frères, à Saint-Symphorien-des-Bois le 19 mars 2009 ;
- Michel Brenot, scierie Brenot RMC, Le Puley le 19 mars 2009 ;
- Arnaud Rochot, délégué général, Aprovalbois, interprofession du bois en Bourgogne, le 6 avril 2009 à Dijon ;
- Vincent Protais, chargé de mission bois construction, Aprovalbois, interprofession du bois en Bourgogne, le 6 avril 2009 à Dijon ;
- Christelle Rousselet, chargée de mission bois énergie, Aprovalbois, interprofession du bois en Bourgogne, le 6 avril 2009 à Dijon ;
- Rébecca Pinos et Charlie Sagnard, futurs autoconstructeurs d'une maison en bottes de paille, à Dompierre-les-Ormes le 14 avril 2009 ;
- Roland Bellevrat, chargé de mission recherche et développement, OPAC 71, à Mâcon le 17 avril 2009 ;
- Jean-Claude François, directeur général adjoint, OPAC 71, à Mâcon le 17 avril 2009 ;
- Christophe Galy, directeur de projets, OPAC 71, à Mâcon le 17 avril 2009 ;
- Julien Boullier, directeur service environnement du Conseil Général 71, à Mâcon le 30 avril 2009 ;
- Manuel Norroy, conseiller, service environnement du Conseil Général 71, à Mâcon le 30 avril 2009 ;
- M. Bocquillon, Entreprise BASE (Bois, Air, Soleil, Eau), à Dompierre-les-Ormes, le 18 juin 2009 ;

- Pierre et Marc Garmier, scierie Garmier, à La-Chapelle-sous-Dun le 24 juin 2009 ;
- Guy et Jean-Yves Colas, scierie Colas Frères à Bosjean le 24 juin 2009 ;
- Laurent Bléron, enseignant chercheur spécialisation bois, LaBoMaP-Arts et Métiers ParisTech Cluny, le 9 juillet 2009 à Cluny ;
- Robert Collet, enseignant chercheur spécialisation bois, LaBoMaP-Arts et Métiers ParisTech Cluny, le 20 juillet 2009 à Cluny ;
- Francis Pauquai, Centre Régional de la Propriété Forestière de Saône-et- Loire, le 8 septembre 2009 à Chalon-sur-Saône ;
- Pierre Martinerie, Conseiller général du canton de Mâcon sud, Vice-président du Conseil général chargé du développement durable, de la démocratie participative et du projet stratégique pour la Saône-et-Loire, Conseil Général 71, à Mâcon le 8 septembre 2009 ;
- Philippe Covre, charpentier, à Chagny le 30 septembre 2009 ;
- Gilles Denis, économiste de la construction qui a travaillé sur le projet OUTsiders, à Mâcon le 9 décembre 2009 ;
- Daniel Roca, architecte, agence Daniel Roca, à Cluny le 23 décembre 2009 ;
- Raphaël Devroey, architecte, agence Arc-phi, à Cluny le 23 décembre 2009 ;
- Patrick Collot, menuisier à Saint-Martin-la-Patrouille le 23 décembre 2009 ;
- Marc Dauber, architecte, agence Architectures Marc Dauber, le Creusot, le 24 décembre 2009 ;
- Guillaume Cruzille, directeur de production de Fargeot lamellé-collé, à Verosvres le 20 janvier 2010 ;
- Patrick Tell, adhérent à l'association face, 26 mars 2010 à La-Roche-en- Brénil ;
- Françoise et Cyrille Canedi, autoconstructeurs d'une maison en bois à Trambly le 21 avril 2010 ;
- Jean-Pierre Laurent, chef d'une entreprise de maçonnerie, enduit, rénovation, le 8 septembre 2010 à Préty ;
- Benoit Asdrubal, maçon stucateur, le 21 mai 2011 à La-Chapelle-du-Mont-de-France ;
- Manuel Norroy, participant à un projet d'habitat groupé rural et membre de l'Association « Terre de lien », à Saint-Pierre-le-Vieux le 18 août 2011 ;
- M. Masson, gérant de la carrière Masson, à Saint-Martin-Belleroche le 12 avril 2012 ;
- Romain Solnon, entreprise Rose Norman, conception et construction de maisons ossature bois, à Dompierre-les-Ormes le 2009 ;
- Maurice Chalayer, Observatoire des métiers de la scierie, à Dompierre-les- Ormes 2009.

Dix-huit visites ont eu lieu, d'entreprises locales, de chantiers ou de projets réalisés dans le département :

- Entreprise Vouillon, fabrique de kits structure bois sur mesure prêts à poser, Trambly le 4 mars 2009 ;
- Entreprise Barlet Frères, fabricant de charpentes et structures bois en lamellé-collé, Saint-Symphorien-des-Bois le 19 mars 2009 ;

- Scierie Brenot RMC, Le Puley le 19 mars 2009 ;
- Laboratoire LaBoMaP-Arts et Métiers au centre Arts et Métiers ParisTech Cluny, le 20 mars 2009 ;
- Chantier de l'EHPAD de Mervans le 3 juin 2009 ;
- Scierie Garmier, La-Chapelle-sous-Dun le 24 juin 2009 ;
- Scierie Colas Frères, Bosjean le 24 juin 2009 ;
- Entreprise Covre Charpente, Chagny le 30 septembre 2009 ;
- Entreprise de menuiserie La boutique à bois SARL Armand Gonneaud, Saint-Martin-la-Patrouille le 23 décembre 2009 ;
- Entreprise Fargeot lamellé-collé, secteur bois du Groupe Vinci, Verosvres le 20 janvier 2010 ;
- PER Écopôle du bois de la Roche-en-Brénil, le 26 mars 2010 ;
- Maison autoconstruite de Françoise et Cyrille Canedi, à Trambly le 21 avril 2010 ;
- trois chantiers ou maisons en bottes de paille dans l'Ain (Bagé-le-Chatel, Cormoz et Saint-Didier-sur-Chalaronne) les 3 et 5 août, le 16 septembre 2010 ;
- deux chantiers pisé à Saint-Didier-sur-Chalaronne, le 16 septembre 2010 et à Romanèche-Thorins le 12 août 2011 ;
- Habitat groupé rural, à Saint-Pierre-le-Vieux le 18 août 2011 ;
- Carrière Masson, à Saint-Martin-Belleroche le 12 avril 2012.

Des discussions se sont déroulées de manière plus informelle avec les acteurs locaux :

- À la Galerie Européenne de la Forêt et du Bois, en particulier au moment des réunions du club d'entreprises « habitat durable », réunissant des professionnels locaux intéressés pour développer ce type d'habitat en Saône-et-Loire, ainsi que lors du suivi des projets de prototype d'habitat « Outsiders » puis « Armadillo Box 71 » (réunions les 24 novembre, 20 décembre 2010, 17, 31 janvier, 28 février, 23, 30 mars, 13 avril 2011), co-conçus par les professionnels locaux et les étudiants de l'ENSAG, à l'occasion des manifestations pour lesquelles nous avons organisé des animations, comme la « Fête de la Science » 2009, 2010 et 2011, et enfin à chacune des vingt-neuf conférences portant sur l'habitat durable que nous avons organisées pendant la durée de notre thèse. Ces conférences regroupaient chaque mois un panel d'acteurs varié : élus, architectes, artisans, chercheurs, étudiants, spécialistes, habitants, etc. Une partie d'entre eux revenait régulièrement, il a donc été possible d'entretenir une discussion continue tout au long des trois années de thèse. D'autres venaient occasionnellement, élargissant ainsi le panel d'acteurs et apportant des points de vue neufs ;
- Lors de voyages d'étude auxquels nous avons participé (voyage dans le Vorarlberg sur le thème de la construction bois avec des professionnels de la construction bois de Bourgogne, septembre 2009, voyage à Rennes sur le thème de l'urbanisation durable, avec des architectes, des élus et des techniciens des collectivités locales de Saône-et-Loire, octobre 2009) ;
- Au cours de manifestations locales, réunions de travail, séminaires, auxquelles nous avons participé : Forum bois Bourgogne (4 février 2011 à Beaune), Congrès Aprovalbois 2009 « innover pour ne pas subir », à Dijon le 26 novembre 2009,

journée d'échange et de débat « PER Écopôle du bois de la Roche-en-Brénil » le 26 mars 2010, salon « Euroforest 2010 » à Saint-Bonnet-de-Joux le 17 juin 2010, États généraux du logement de Saône-et-Loire, organisés par l'ADIL, le 20 septembre 2010 à Monceau-les-Mines, conférence-débat « Villes, villages et logements durables » organisée par le CAUE de Saône-et-Loire, Montceau-les-Mines le 8 avril 2010, réunion sur l'écoquartier de Tournus le 19 juin 2009 et comité de pilotage « Gamme bois » le 16 juin 2010 avec l'OPAC 71, atelier « Se loger, rénover, construire » pour l'élaboration du Plan Climat-Énergie du Pays Sud Bourgogne, les 19 mai et 6 juin 2011 à Cluny et rendu du Livre blanc PECT Pays Sud Bourgogne le 24 novembre 2011, réunions d'information sur l'éco-conditionnalité des aides du conseil général à la Galerie Européenne de la Forêt et du Bois les 15 avril et 20 mai 2009, rencontres « Éco-habiter solidaire en milieu rural » organisées par le réseau RELIER, à Glux-en-Glenne les 7 et 8 avril 2011, réunion « inter-filière construction, plan Bâtiments de demain », organisée par le conseil régional de Bourgogne, à Dijon le 16 septembre 2011, restitution de l'étude Aprovalbois « Feuillus : quelle ressource disponible pour de nouveaux usages en Bourgogne ? » à la GEFB le 27 avril 2010, journée « chauffage bois pour les collectivités » organisée par le centre Arts et Métiers ParisTech Cluny le 5 juin 2009, conférence « Bois et cité » du CNDB en Bourgogne, à Savigny le Sec le 10 novembre 2009 ;

- Au moment de la venue des étudiants de Master de l'ENSAG pour rencontrer des élus locaux (Cluny, Tournus, Louhans), des enseignants de l'ENSAM visiter des entreprises, dans l'objectif de faire un projet de fin d'études sur un terrain local.

Des projets d'habitat économique récents et de qualité en Saône-et-Loire ont été analysés :

- Maison sous un hangar en bois dans le Morvan ;
- ZAC Saint-Jean-des-Jardins à Chalon-sur-Saône ;
- Habitat groupé rural à Saint-Pierre-le-Vieux ;
- Maison dans le pré à Épinac ;
- Boîte en bois dans une grange du Morvan ;
- Rénovation d'un immeuble de Saint Pantaléo à Autun ;
- Résidence étudiante de Cluny.

Des projets d'habitat en matériaux locaux de qualité et réalisés en Saône-et-Loire par des architectes ou des entreprises locaux ont été analysés :

- Maison dans le pré à Épinac ;
- Maison sous un hangar en bois dans le Morvan ;
- Habitat groupé rural à Saint-Pierre-le-Vieux ;
- Maison-spirale ;
- Maison individuelle en bois de l'architecte Marc Dauber ;
- Maison du Pot de fer ;
- Maison individuelle en bois des architectes Pierre et Karine Rattez ;
- Principe «Modulobois » ;
- Petit édifice en gabions à Vergisson.

Des études de cas ont été faites :

- Réinterprétation de la ferme bressane ;
- Urbanisme de la commune de Tramayes ;
- Projet d'écoquartier de Tournus ;
- Programmes de l'OPAC 71 (Gamme bois, logements intergénérationnels) ;
- Livre blanc Plan Climat-Energie Territorial Pays Sud Bourgogne ;
- Programme « Éco villages avenir » de la région Bourgogne ;
- Ferme des Vignes ;
- Reportage photo fermes en pisé autour de Poisson, fermes du Charolais et du Clunisois ;
- Travail de l'équipe de « la Transfo Bourgogne » ;
- Services de Transport à la demande dans le Charolais-Brionnais, Bus de l'apprentissage et covoiturage, soutenus par le conseil général de Saône-et-Loire ;
- Bâtiments agricoles du département.

Des lectures, et un travail documentaire ont complété les enquêtes de terrain pour obtenir des données sur le territoire, notamment à partir de documents produits par les institutions et les organismes locaux.

Un travail cartographique a permis de révéler le territoire, de mieux le comprendre en le représentant de différentes manières.

Ces travaux, interviews, débats et lectures ont enrichi la réflexion et permis de construire l'analyse.

En parallèle de cette étude locale, et avant de rechercher des pistes de réflexion s'appliquant au territoire de Saône-et-Loire, il nous a semblé important d'avoir une vision plus globale de ce qui se faisait en terme d'habitat en France et à l'étranger. Les informations obtenues ont pour cela été croisées avec des références extérieures qui ont nourri la réflexion :

- Voyages d'étude : « Les enjeux urbains, architecturaux, paysagers, sociaux et économiques de la ville de demain » à Rennes (organisés par le CAUE 71, octobre 2009) ; « Construction et architecture bois basse consommation en Suisse et dans le Vorarlberg » (organisé par la région Bourgogne et Aprovalbois, association interprofessionnelle de la filière bois en Bourgogne, septembre 2009) ;
- Participation à des séminaires nationaux sur l'habitat : colloque-atelier « Projets de campagnes, Habiter aujourd'hui et demain l'espace rural » à Jaujac, octobre 2010 ; Grand Atelier PUCA « Logement Design pour Tous », Saint Etienne, novembre 2010 ; rencontres « éco-habiter solidaire en milieu rural », organisées par le réseau RELIER, à Glux-en-Glenne les 7 et 8 avril 2011 ; Colloque-Atelier « Vers un nouveau cycle de vie des territoires ruraux », Saint-Etienne, octobre 2011 ; colloque « Politiques d'accueil et mobilité dans les territoires ruraux », Lyon, décembre 2011 ;

- 7 entretiens avec des spécialistes de différents domaines liés à l'habitat écoresponsable ;
- Analyse des filières bois Chartreuse et Vorarlberg (recherche documentaire, voyage d'étude, discussions avec Dominique Gauzin-Müller (spécialiste de la filière bois Vorarlberg) et l'architecte Bruno Marielle (participant à l'organisation de la filière bois Chartreuse) lors de leur conférence à la GEFB) ;
- Recherche documentaire sur l'économie de l'habitat ;
- Analyse de projets d'habitat économique réalisés par des architectes en France ou dans d'autres pays ;
- Analyse de projets d'habitat en matériaux locaux réalisés en France ou dans d'autres pays ;
- Conférences sur le logement social ou l'habitat écologique, notamment à l'ENSAG et à la GEFB.

Pour aborder plus spécifiquement les questions de l'accès financier à l'habitat et de l'utilisation des ressources locales, nous nous sommes concentrés de manière plus approfondie sur deux axes de recherche : l'identification des filières locales de construction valorisables, et l'identification de leviers pour rendre l'habitat accessible économiquement. En poussant l'étude sur ces deux questions répondant directement à notre sujet et à la notion d'écoresponsabilité, l'objectif était de comprendre dans quelle mesure et de quelle manière il était possible de faire participer la production de l'habitat au développement économique local et comment permettre à tous les saône-et-loriens et à ceux qui souhaitent s'installer sur le territoire, d'accéder à un habitat de qualité sans s'endetter trop lourdement.

Identification des filières locales valorisables pour la construction

Il s'agissait d'identifier les filières courtes, existantes ou à créer, valorisables pour la production (construction ou rénovation) d'un habitat écoresponsable en Saône-et-Loire. À la demande du Conseil général, nous nous sommes plus particulièrement focalisés sur la filière bois, qui a une ressource locale abondante, est en train de s'organiser et représente d'ores et déjà beaucoup d'emplois. Mais nous avons également abordé d'autres filières existantes ou qui seraient intéressantes à mettre en place, en complément du bois. Les critères de choix de ces filières sont que les matériaux produits soient peu énergivores, que la ressource naturelle soit locale ou puisse devenir locale, et que toute la chaîne de transformation puisse se faire localement, afin de maintenir ou créer de l'emploi sur le territoire. Le travail sur les filières de construction a consisté en une étude des ressources naturelles disponibles sur le territoire et un état des lieux des savoir-faire, du réseau d'entreprises et des moyens de production existants. Cet axe de recherche s'est principalement basé sur une étude très locale, avec des interviews d'acteurs, des visites d'entreprises et une étude documentaire. L'étude a été particulièrement poussée pour la filière bois pour laquelle le choix des acteurs interrogés, des entreprises et des bâtiments visités s'est fait de manière à couvrir tous les secteurs de la filière (de la forêt à la conception et la réalisation, du planteur à l'architecte) et toutes les dimensions d'entreprises

(artisanales, industrielles, intermédiaires). Cette recherche très locale a été complétée par l'étude d'autres filières qui se sont mises en place récemment ou se mettent en place actuellement : filières bois Chartreuse et Vorarlberg, et de bâtiments économiques construits en matériaux locaux (bois, terre crue, pierre, paille). L'objectif était de replacer le contexte saône-et-lorien dans un contexte européen, de prendre du recul par rapport au territoire et de comprendre l'impact que la mise en place d'une filière peut avoir sur un territoire. Cette étude a permis d'évaluer les impacts écologiques, mais également économiques (coût de la matière, de sa transformation, de sa mise en œuvre) et sociaux (emploi) de ces filières sur le territoire et les freins à leur développement. Cela a amené à faire émerger, de manière itérative au fur et à mesure des enquêtes, et dans une démarche prospective, leurs potentiels pour la production d'un habitat écoresponsable économique, et des pistes en termes de termes systèmes constructifs ou de modes de production pour valoriser les ressources naturelles, les entreprises et savoir-faire locaux.

Identification de leviers pour rendre l'habitat accessible économiquement (cf. thèse de Mathilde Chamodot)

Il s'agissait d'identifier des stratégies pour rendre l'habitat accessible en Saône-et-Loire sans en diminuer la qualité. Pour cela, comprendre quels étaient les postes les plus importants, et ceux sur lesquels il était le plus judicieux d'agir, était indispensable. Cet axe s'est appuyé sur deux étapes de recherche : décomposition des coûts de l'habitat et analyse de références, qui ont permis d'aborder la question « comment faire un habitat accessible aux personnes à faible revenu en Saône-et-Loire ? » avec deux angles différents et complémentaires.

Dans un premier temps, un travail de décomposition approfondie des coûts de l'habitat a été réalisé. Nous avons tenté d'aller suffisamment dans le détail pour avoir une compréhension plus fine de ce qui influence chacune des cinq composantes de ce coût : foncier, gestion et montage du projet, conception, réalisation et coûts différés. Nous nous sommes basés sur les enquêtes (entretiens et recherche documentaire) pour alimenter cette décomposition et acquérir une vision plus claire de l'ensemble des éléments qui entrent en compte. Cette analyse a permis une compréhension plus détaillée des impacts sur le coût global des choix faits lors des différentes étapes du processus de la production de l'habitat. Le choix des cinq composantes principales est issu du recoupement de plusieurs propositions de décompositions analysées. Certaines d'entre elles ne prennent en compte que les « hard costs », c'est-à-dire principalement les coûts de foncier et de construction. D'autres incluent également les « soft costs », honoraires, assurances, coûts des dysfonctionnements administratifs ou humains, développement durable, innovation, etc. Le « coût global » est une autre manière d'envisager le coût de l'habitat qui ajoute aux coûts d'investissement (coûts d'études, d'accompagnement, de foncier, de travaux, d'équipement, financiers) les coûts différés (coûts de maintenance, d'exploitation et de modifications). La notion de « coût global élargi » va encore

plus loin en ne raisonnant plus seulement sur la valeur patrimoniale du bâtiment, mais sur les externalités produites pendant toute sa durée de vie. Cette notion prend en compte des facteurs tels que l'incidence que crée le bâtiment sur le cadre de vie, sur les risques, les conditions d'habitat, etc. Nous avons choisi l'échelle du « coût global » élémentaire, car les coûts différés représentent une charge importante pour les habitants, qu'il est indispensable d'intégrer lorsque l'on parle de coûts de l'habitat. Le couple loyer + charges est indissociable pour garantir l'accès et le maintien de populations à revenu faible ou moyen au logement. Nous n'avons pas abordé le « coût global élargi », qui aborde des domaines très larges qui sortent du cadre des coûts en tant que tels, bien que le fait de privilégier un développement local pour la production de l'habitat aille dans ce sens. Les cinq catégories abordées (coûts de foncier, coûts de gestion et montage du projet, coûts de conception, coûts de réalisation et coûts différés) ressortent de l'analyse des différentes étapes d'un projet d'habitat (antérieures, simultanées et postérieures au moment de la construction), et des différents domaines et acteurs qui interviennent dans sa production (promotion, conception, construction, entretien, etc.). Nous avons estimé que ces cinq composantes recouvraient de manière satisfaisante les éléments qui construisent le coût global de l'habitat.

L'analyse d'une sélection de projets d'habitat économique réalisés en Saône-et-Loire, en France ou dans d'autres pays, a complété ce travail (voir « récapitulatif des projets d'habitat économique analysés et de leur coût » en annexe). Le coût constitue le critère de choix principal pour les références analysées. La plupart des projets ont un prix de revient plus faible que la moyenne des logements produits en France. Certains d'entre eux ont un prix légèrement supérieur, mais restent abordables et offrent des qualités architecturales et de vie supérieures, une consommation énergétique réduite, ou encore un système constructif qui participe à la dynamisation de l'économie locale. Tous les projets sélectionnés représentent un panel diversifié de stratégies visant la production de logements économiques. Quel que soit leur prix, ils ont des qualités d'un point de vue de l'architecture et de la qualité de vie. Ils proposent des surfaces vitrées importantes, des espaces vastes et lumineux participant pleinement à l'impression d'espace et de confort, des volumes ou des configurations atypiques, des espaces extérieurs privatifs ou partagés, des besoins en chauffage réduits. Les références choisies sont récentes (de 1993 à 2011). La sélection des projets est diversifiée. Il s'agit essentiellement d'habitations principales, mais on trouve également des maisons de vacances. Les dispositifs proposés par ces maisons ne sont pas tous envisageables pour des résidences principales, mais les stratégies employées pour faire économique sont intéressantes et pourraient être adaptées pour un habitat plus confortable. Quelques uns, en plus de la destination principale qui est l'habitation, proposent un espace dédié à des activités professionnelles. Beaucoup de ces références se situent en Saône-et-Loire ou très proche, et sont conçues par des architectes locaux ou réalisées par des entreprises locales. La plupart des autres projets sont localisés dans d'autres régions de France. Quatre références sont des opérations réalisées à l'étranger. Les projets s'implantent en ville, en périphérie urbaine, ou encore, et principalement, dans des

communes rurales, en raison de la dominante rurale du terrain d'étude. Leurs formes urbaines sont diverses : maisons individuelles uniques ou groupées, logements collectifs sous forme d'immeubles, de logements intermédiaires ou de maisons de ville. Il s'agit de constructions neuves ou de réhabilitations, d'opérations privées ou publiques, de logements en location, en accession à la propriété, ou d'habitat coopératif.

Nous pensions, au départ, nous baser sur des comparaisons de coûts d'opérations de logements. Nous nous sommes rapidement rendus compte qu'il était difficile de comparer des programmes de logements uniques. Ces projets ont été construits dans des lieux et dans des contextes urbains différents, à des moments différents. Les conditions de marché ne sont donc pas les mêmes, le prix du terrain et de son aménagement change beaucoup selon les opérations et les situations locales. Les contraintes économiques de l'aménageur, du promoteur ou du maître d'ouvrage public ou privé varient, ainsi que le programme (maison individuelle ou logements collectifs, neuf ou réhabilitation), le système constructif, les matériaux, les entreprises, les objectifs thermiques, etc. De ce fait, les étapes d'une opération, du montage du projet à son fonctionnement, sont difficilement comparables. Le coût est bien sûr une donnée indispensable pour vérifier la pertinence d'une stratégie pour faire économique et les comparer les unes aux autres. Mais même en comparant deux opérations de même taille construites au cours de la même période, l'analyse budgétaire poste par poste ne suffit pas à comprendre tous les mécanismes qui fabriquent le prix du logement. C'est pourquoi nous avons choisi de nous orienter vers une approche qualitative plutôt que vers une analyse comparative quantitative. L'analyse des références avec une grille qui aborde les questions de l'organisation spatiale, des matériaux et systèmes constructifs, de la stratégie énergétique, de la stratégie urbaine, et du processus de conception et de réalisation, a permis de mieux comprendre les conditions précises et particulières de chaque projet et de faire émerger les stratégies utilisées pour le montage et la conception des projets analysés. C'est en analysant et comparant ces stratégies qu'il a été possible de proposer des pistes qui pourraient être adaptées à un autre contexte et réutilisées dans le projet architectural et le montage d'opération, en Saône-et-Loire en l'occurrence. Plutôt que de proposer un modèle économique sur la maîtrise des coûts dans l'habitat, nous avons préféré repérer les stratégies récurrentes utilisées par des architectes pour produire un habitat de qualité et abordable, et réaliser une typologie de ces stratégies (voir « récapitulatif des stratégies employées dans les projets d'habitat économique analysés » en annexe). Par la suite, nous avons pu aller plus loin dans chacune de ces stratégies pour voir comment les appliquer au territoire d'étude et à ses spécificités géographiques, sociales, économiques et culturelles.

L'outil de la carte conceptuelle pour l'analyse des informations

La première carte mentale a été réalisée à l'issue du travail d'enquêtes sur la filière bois en Saône-et-Loire (voir en annexe). Il s'agissait de synthétiser et de hiérarchiser les informations pour avoir une meilleure compréhension de la filière, et de faire ressortir les enjeux principaux pour elle, notamment avec le développement de la construction d'habitat en bois. Cette synthèse sous forme schématique a constitué une base solide pour rédiger l'analyse de la filière bois par la suite. De cette première phase d'analyse ont déjà émergé des pistes pour une meilleure valorisation des bois locaux dans la construction de logements, également schématisées sous forme de carte mentale.

Dans l'objectif de repérer les leviers sur lesquels agir pour rendre l'habitat financièrement accessible tout en participant à une logique de développement local, sur le territoire de Saône-et-Loire, nous avons eu besoin de connaître l'ensemble des éléments qui participent à l'élaboration de l'habitat. Le recueil d'un grand nombre d'informations nous a confirmé l'étendue et la complexité de la question traitée.

Il a été nécessaire d'analyser les informations recueillies au fur et à mesure. Face à la quantité et la diversité en termes de source, de nature (interviews, visites, discussions, recherche documentaire, séminaires, etc.), de support (enregistrements, retranscriptions, documents numériques, papier, texte, statistiques, cartes, photos, etc.), et de domaine d'application (architecture, urbanisme, économie, géographie, paysage, construction, sociologie), nous nous sommes interrogés sur l'outil approprié pour appréhender cet ensemble dans toute sa complexité. La « carte conceptuelle » a été choisie car, grâce à une technique de représentation graphique, cet outil facilite la réflexion en clarifiant une question complexe. Autour de cette question, la carte conceptuelle permet d'organiser des idées, des connaissances, de structurer sa pensée en hiérarchisant, en catégorisant et en interconnectant un corpus d'informations complexes. La représentation graphique fournit une image plus parlante pour l'esprit, facilite la compréhension, et peut aider à donner du sens à un ensemble d'informations. La visualisation sous forme de schéma nous a semblé d'autant plus pertinente que nous sommes architectes de formation, et donc habitués aux représentations en plan. Par son mode de représentation en réseau, la carte conceptuelle permet de dépasser les limites descriptives et linéaires du langage écrit et oral. Elle est ainsi complémentaire au texte linéaire car elle offre la possibilité, dans le même temps, d'avoir une vision globale de l'étendue d'un problème, de la complexité d'une situation, et une vision détaillée, lorsque l'on se concentre sur une partie de la carte en particulier. Elle permet de structurer la complexité sans renoncer à l'exhaustivité. Elle nous est apparue également un moyen intéressant pour communiquer des connaissances, abstraites ou concrètes, pour présenter ou expliquer notre travail en complément d'autres outils. Cet aspect est appréciable dans une démarche de recherche itérative, où le dialogue avec les acteurs locaux et des allers-retours entre différentes sources sont nécessaires pour affiner l'analyse progressivement, étape après étape. Enfin, cet outil est adapté pour travailler de

manière collaborative à deux chercheurs (cette carte a été établie en collaboration avec Mathilde Chamodot, chacun de nous pouvant la compléter simultanément, à mesure de l'avancée de son travail. Cela a permis une meilleure compréhension de la répartition des coûts de l'habitat, de la complexité et du nombre de paramètres en jeu, de l'impact de chaque étape de projet et de l'interconnexion entre différents paramètres, et de faire émerger des pistes en vue de la réalisation d'un habitat économique et écoresponsable en Saône-et-Loire.

Carte conceptuelle ou carte mentale ?

Nous avons utilisé l'outil de la carte conceptuelle pour établir une cartographie non linéaire de la décomposition du coût global de l'habitat. L'objectif était d'avoir une meilleure compréhension de la répartition de ces coûts afin de mettre en évidence les leviers sur lesquels il est pertinent d'agir pour rendre l'habitat de qualité financièrement accessible. Pour mettre en place cette carte « Habitat financièrement accessible », nous avons tout d'abord procédé intuitivement en plaçant la question principale au centre, puis en décomposant le coût de l'habitat en cinq branches qui se complexifient elles-mêmes en réseaux de concepts interconnectés par des liens qualifiés. Les projets d'habitat économique qui ont été analysés en parallèle ont été ajoutés à la carte sous forme de références illustrant les pistes envisageables pour réduire les différentes composantes du coût global de l'habitat. Nous nous sommes intéressés de plus près aux domaines d'application de ces « cartographies » et aux types de représentations graphiques qui pouvaient être les plus adaptés à notre recherche. Cela visait à mieux connaître les possibilités offertes par les différentes techniques afin de pouvoir réaliser une carte la plus efficace possible pour atteindre l'objectif fixé. Deux types de carte nous ont particulièrement intéressés :

- La carte mentale⁸

La carte mentale est une méthode logique pour prendre des notes et consigner des idées, qui consiste à « cartographier » les idées d'un individu ou d'un groupe sur un thème. *« Une carte mentale est une représentation graphique qui représente des idées connectées à une idée centrale et organisées de manière radiale autour de celle-ci. Une carte mentale aide à la compréhension individuelle ou collective d'un sujet donné »* selon Lionel Chauvin (CHAUVIN, 2010, p.13-14), auteur d'une thèse portant sur les cartes cognitives. Une carte mentale (Fig. 2) se construit en plaçant une idée principale au centre. Des idées secondaires puis tertiaires sont liées autour de cette idée centrale dans une structure arborescente. Selon le psychologue et auteur anglais Tony Buzan, qui, depuis les années 1970 a beaucoup développé le concept de carte mentale, *« une carte mentale est une manifestation de la pensée irradiante et par conséquent une fonction naturelle de l'esprit. C'est une technique graphique efficace qui fournit un moyen universel de libérer le potentiel du cerveau. »* (T. BUZAN, B. BUZAN, 2003)

⁸ ou carte heuristique, arbre à idée, topogramme. En anglais : Mind map

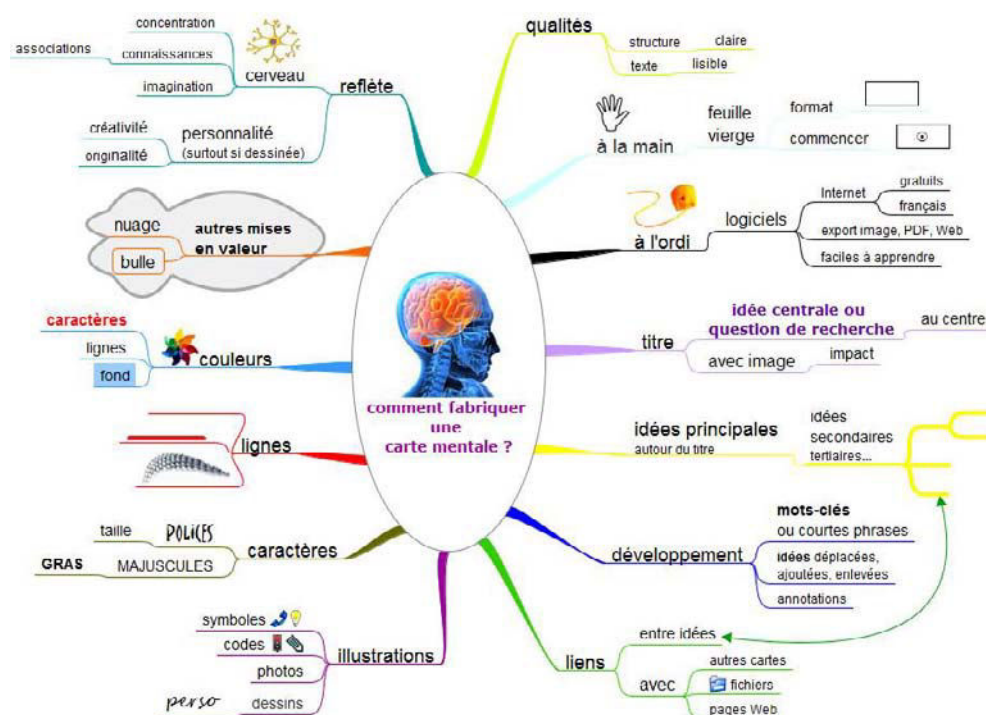
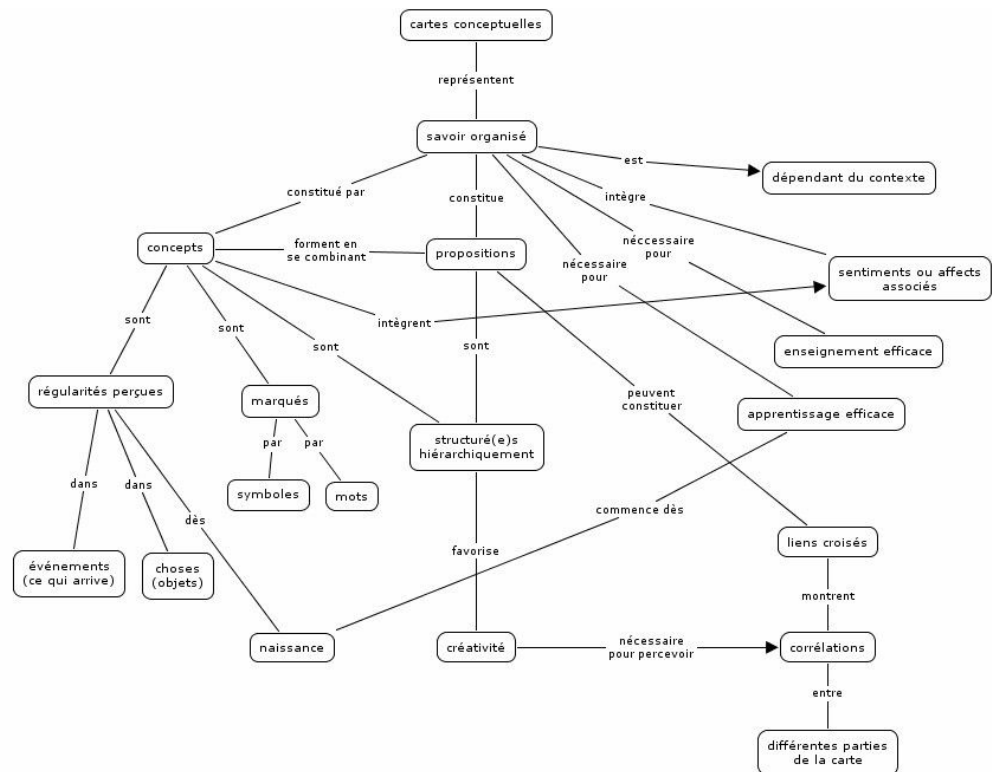


Fig. 2 Exemple de carte mentale « Comment fabriquer une carte mentale ? » (GUERTIN, 2010)

- La carte conceptuelle⁹

La carte conceptuelle est un outil pour l'organisation et la représentation des connaissances dans un domaine qui aide à structurer la pensée et facilite l'apprentissage du savoir scientifique. Selon Joseph D. Novak (Fig. 3), qui a développé cet outil au cours de ses recherches sur l'évolution du savoir scientifique des enfants, « *une carte conceptuelle est une représentation graphique structurée d'un domaine spécifique de connaissances qui fournit une vue d'ensemble du réseau conceptuel non linéaire de ce champ du savoir* » (NOVAK, 2006). Pour construire une carte conceptuelle, il est tout d'abord nécessaire de délimiter un contexte en posant une question centrale. Le concept qui délimite le sujet et détermine la structure hiérarchique de la carte est placé en haut de la page. Il s'agit ensuite d'identifier les concepts clés qui s'appliquent à ce domaine, et de les classer approximativement du plus général au plus spécifique. L'étape suivante est la construction d'une carte conceptuelle préliminaire, en organisant les concepts (mots ou groupes de mots inscrits dans des cadres). Ces concepts situés dans différentes régions de la carte sont connectés par des liens croisés qui expriment la manière dont certaines idées sont reliées les unes aux autres. Ces liens sont représentés par des flèches auxquelles sont associées des mots qui qualifient la relation entre deux concepts. Les concepts interconnectés se développent hiérarchiquement vers le bas de la page : les plus généraux sont en haut de la carte, et les plus spécifiques et les moins généraux en dessous. On peut décomposer la carte conceptuelle en plusieurs « propositions ». « *Les propositions sont des énoncés sur certains objets ou événements de l'univers, qui adviennent naturellement ou qui sont construits. Les propositions contiennent deux concepts, ou plus, reliés par d'autres mots pour former un énoncé significatif. Quelquefois, ces énoncés sont appelés unités sémantiques, ou unités de signification.* » (Ibid.) D'autres éléments peuvent être ajoutés à la carte, comme des exemples qui aident à la compréhension d'un concept. Une fois la carte préliminaire construite, il est souvent nécessaire de la réviser plusieurs fois, jusqu'à obtenir une bonne carte.

⁹ ou schéma conceptuel, en anglais : « Concept map »



Les cartes mentales comme les cartes conceptuelles ont des domaines d'application de plus en plus larges. En Finlande, par exemple, elles sont utilisées depuis quelques années dans le domaine de l'éducation dès le plus jeune âge (FRANCE 3, [s.d.]). Elles permettent aux apprenants d'articuler eux-mêmes les idées entre elles, de corriger, ajouter ou mettre en valeur l'idée principale, contrairement à un texte linéaire ou au recopiage d'un exposé déjà rédigé. En les obligeant à réfléchir par eux-mêmes et à reformuler l'information à leur manière, les cartes permettent d'améliorer la compréhension d'une question, et ainsi de mieux apprendre.

Les cartes mentales et conceptuelles sont également un outil intéressant dans le monde de l'entreprise pour résoudre des problèmes tels que la conception de nouveaux produits, leur commercialisation, la gestion de projets, ou encore des problèmes administratifs. Les cartes sont de plus en plus utilisées comme outil de brainstorming dans un groupe (Fig. 4). Sa souplesse de construction favorise la prise de parole spontanée et la confrontation d'idées. (La méthode appelée « Com » est par exemple très utilisée au laboratoire CRAterre, pour l'animation de réunions de travail.) Le principe est que les idées de chaque participant sont inscrites sur des étiquettes qui sont punaisées sur de grands tableaux. Une fois toutes les idées rassemblées, le groupe travaille collectivement pour les organiser et former une cartographie cohérente du contenu de la réunion.



Fig. 4 Réalisation collective d'une Cartographie du processus d'achat public à la Région Rhône-Alpes par un groupe d'acteurs, animée par l'association La 27e région. (LA 27ÈME RÉGION, 2012)

La réalisation de la carte conceptuelle « Habitat financièrement accessible »

La carte du coût global de l'habitat se développe autour d'un concept central, du centre vers l'extérieur. Dans ce sens, elle présente une caractéristique propre à la carte mentale. Mais elle emprunte aussi aux caractéristiques de la carte conceptuelle (Fig. 5) Elle se base sur un concept central qui délimite la question. Sa structure n'est pas seulement arborescente, mais également en réseau. Les liens qui interconnectent les concepts sont étiquetés. Sa complexité est élevée.

	Carte mentale	Carte conceptuelle
Structure	Arborescence partant d'une idée centrale	Réseau
Contenu	Reflet personnel de la pensée	Cartographie de l'univers réel d'un ou plusieurs concepts
Caractéristique des liens	Relations non spécifiées entre les idées	Liens étiquetés : emphase sur les connexions sémantiques entre les concepts
Sens de lecture	Du centre vers l'extérieur	Du haut vers le bas
Niveau de complexité	Complexité faible	Complexité moyen à élevé
Règle de représentation	Règles peu formalisées	Règles formelles et strictes
Difficulté de construction	Facile (pas de relation)	Difficile (plusieurs relations)
Difficulté de mémorisation	Facile (arbre)	Difficile (réseau, concepts + relations)
Difficulté de compréhension	Compréhension problématique : tendance à fournir une vision personnelle	Compréhension aisée par d'autres personnes

Fig. 5 Comparatif entre les cartes conceptuelles et les cartes mentales (CHAUVIN, *op. cit.* , p.29)

Pour construire la carte conceptuelle « Habitat financièrement accessible », d'un point de vue technique, nous avons utilisé le logiciel libre « Visual Understanding Environment » (VUE), développé par la Tuft University aux États-Unis d'Amérique, dans le Massachussets. Ce logiciel est un outil créé pour intégrer et gérer différents types de ressources numériques dans un support d'enseignement ou de recherche. Il offre un environnement visuel qui permet de structurer, présenter et partager une cartographie d'informations numériques. Il permet de générer des mots-clés, et de créer des catégories utilisées pour gérer et traiter l'information.

Première étape : définition de l'objet d'étude

La première étape a été la définition de la question à laquelle la carte répond : « Comment rendre l'habitat de qualité financièrement accessible en Saône-et-Loire ? » Pour pouvoir répondre à cette question, il nous fallait mieux connaître tout ce qui composait ce coût, afin de comprendre les différents leviers possibles pour rendre l'habitat financièrement accessible. C'est pourquoi nous avons décidé de cartographier le « coût global de l'habitat ». Ce concept est le concept central à partir duquel l'ensemble de la carte conceptuelle se développe. Il se situe au centre de la carte en vert foncé (Fig. 6).

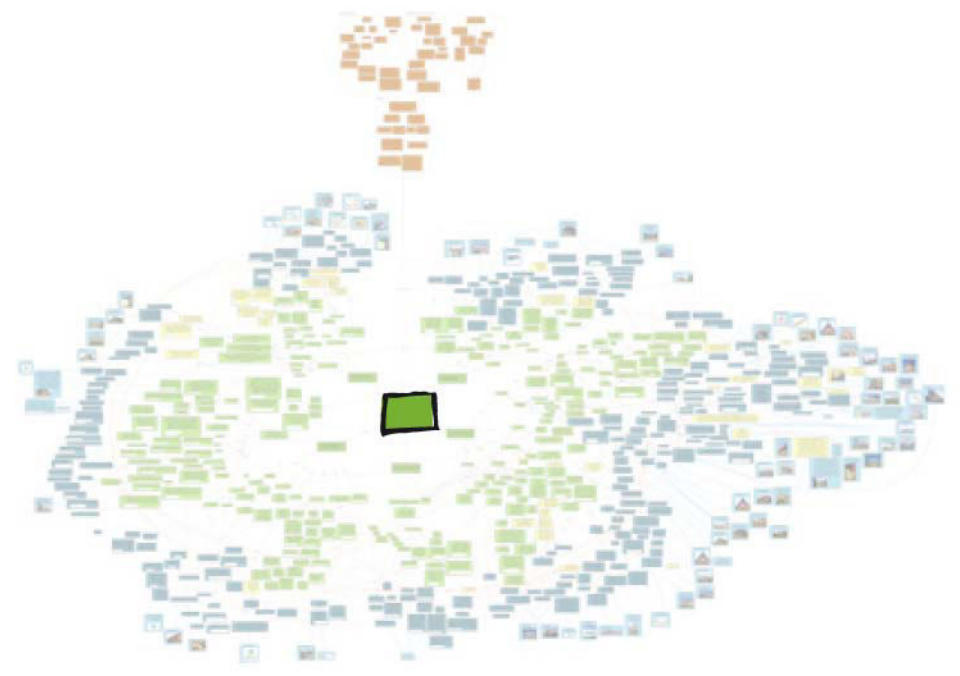


Fig. 6 Explication de la carte conceptuelle : Idée centrale

Un concept central lié à une problématique

Nous avons souhaité relier ce concept central à la problématique dans laquelle notre questionnement se plaçait pour garder à l'esprit le sujet de la thèse et éviter d'en sortir. La problématique, résumée, apparaît sur la carte conceptuelle, sous la forme de plusieurs concepts hiérarchisés et interconnectés, en orange afin de la distinguer du reste de la carte (Fig. 7). Les contextes national et saône-et-lorien en matière d'habitat y sont rappelés. Les enjeux qu'ils entraînent, sont connectés. Ils amènent à se poser la question : « Comment réduire le coût global de l'habitat ? » Cette question est la proposition créée par un lien étiqueté « Comment réduire ? » qui rattache la partie problématique de la carte au concept central « coût global de l'habitat ».

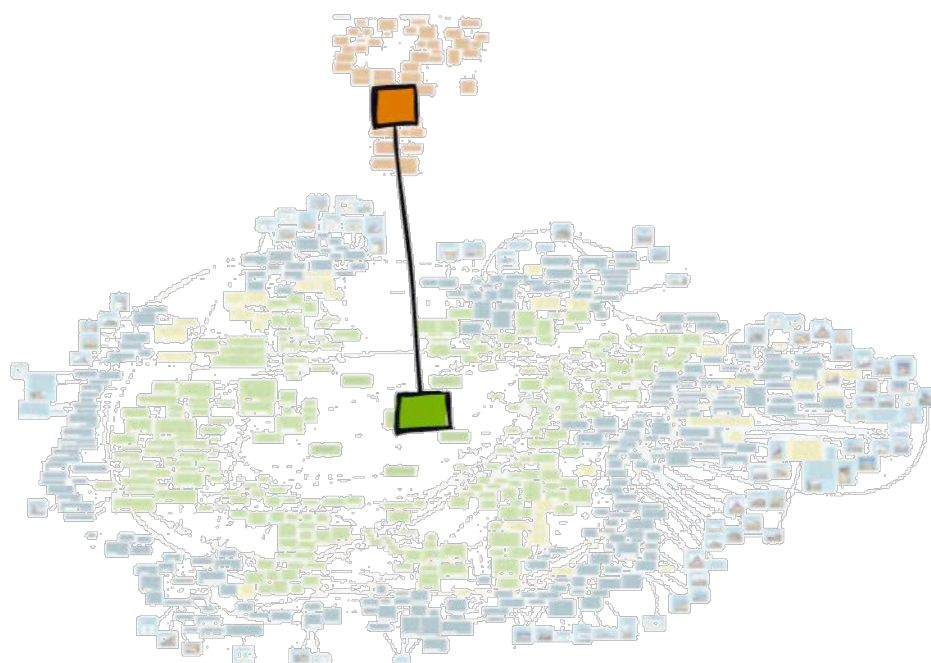


Fig. 7 Explication de la carte conceptuelle : problématique, idée centrale

Concepts secondaires en cinq branches principales

Après une première vague d'enquêtes, les cinq branches principales (Fig. 8) : « coûts de foncier », « coûts de montage et de gestion », « coûts de conception », « coûts de réalisation » et « coûts différés » se sont dégagées. Ces concepts sont les concepts secondaires d'un point de vue hiérarchique, qui se rattachent directement au concept central par des liens étiquetés avec le verbe « comprend », créant ainsi cinq propositions : « Le coût global de l'habitat comprend les coûts de foncier », « Le coût global de l'habitat comprend les coûts de montage et de gestion », etc.

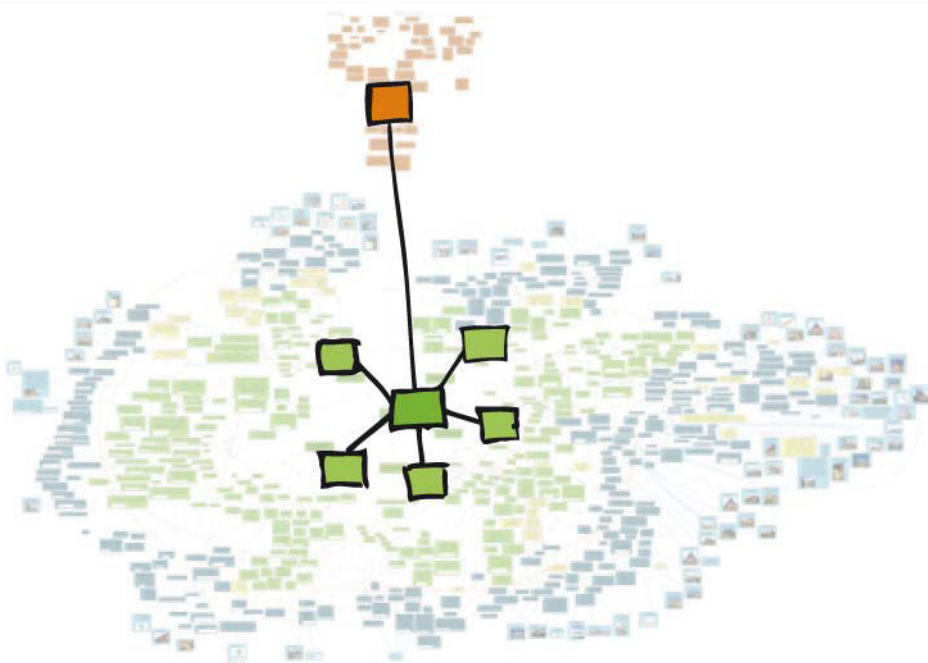


Fig. 8 Explication de la carte conceptuelle : problématique, idée centrale, cinq branches principales

Décomposition des cinq branches

Puis nous avons tenté de décomposer chacune de ces branches et de comprendre les éléments qui influencent chacun de ces coûts. Au fil des interviews et de la recherche documentaire, les éléments recueillis qui concernaient le coût global de l'habitat ont été organisés et mis en relations les uns avec les autres à l'intérieur de la carte conceptuelle (Fig. 9). Tout ce qui concerne la décomposition du coût global de l'habitat entre dans des cadres de couleur verte, ce qui permet de les différencier des autres éléments.

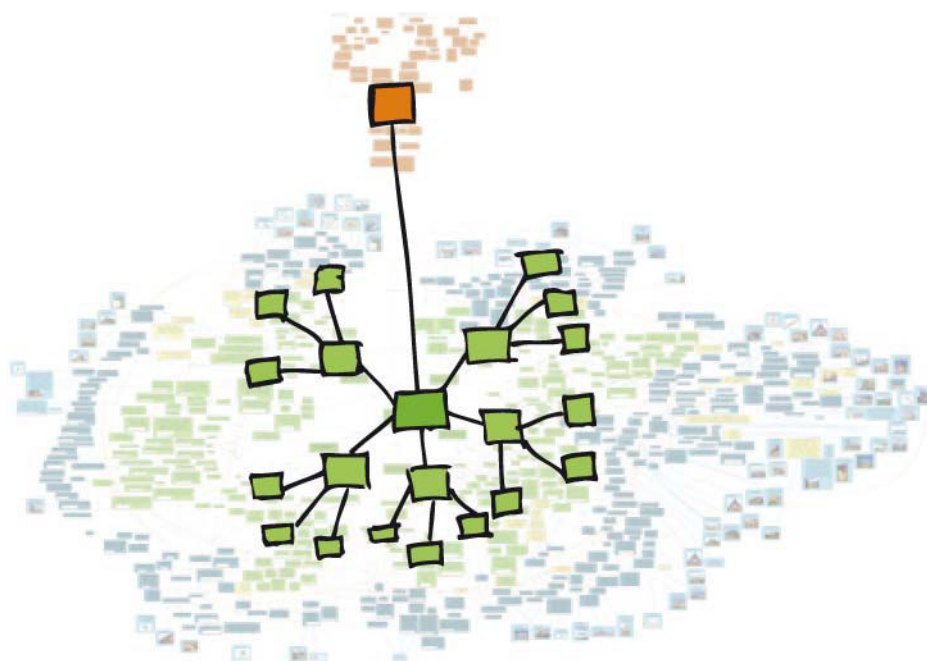


Fig. 9 Explication de la carte conceptuelle : problématique, idée centrale, cinq branches principales et leurs ramifications

Les différents concepts sont hiérarchisés des plus généraux au centre de la carte, aux plus détaillés à l'extérieur. Les liens qui expriment les relations entre ces idées ont été qualifiés avec des verbes. On peut donc distinguer des propositions dans l'ensemble de la carte. Par exemple dans ce zoom : « le coût global de l'habitat comprend les coûts du foncier » (Fig. 10) et « les coûts du foncier dépendent des coûts d'aménagement ».

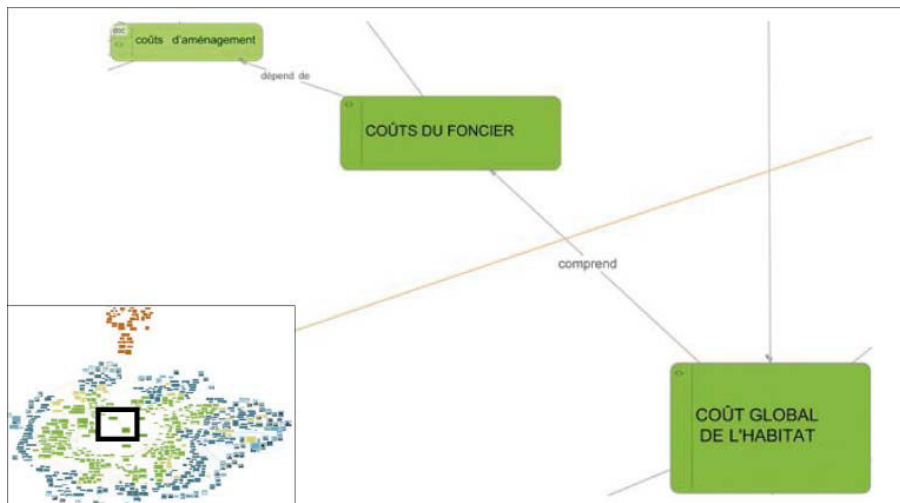


Fig. 10 Exemples de propositions dans la carte conceptuelle « Habitat financièrement accessible »

Les concepts de la partie décomposition des coûts ont pris la forme de mots ou groupe de mots inscrits dans un cadre, mais également de citations, et d’hyperliens vers des notices bibliographiques, des articles en ligne, des sites internet, des documents numériques, des images car le logiciel VUE permet de connecter, au sein d’une carte conceptuelle, différents types de supports d’information (Fig. 11).

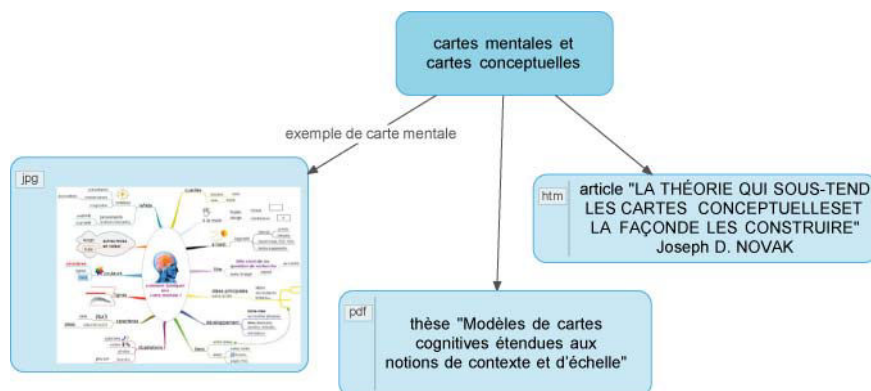


Fig. 11 Exemples de ressources pouvant être interconnectées dans le logiciel VUE : du texte, une image, un document PDF, un article disponible sur internet (hyperlien à l’intérieur du cadre concerné)

Dans un premier temps, cela nous a permis de classer, hiérarchiser, organiser notre matériel d'enquête. Puis, petit à petit, nous avons affiné cette décomposition, jusqu'à ne conserver plus qu'une idée par cadre qui, dans certains cas, restait reliée par un hyperlien à un ou plusieurs documents qui pouvaient être utiles au moment de la rédaction : une citation, une photo.

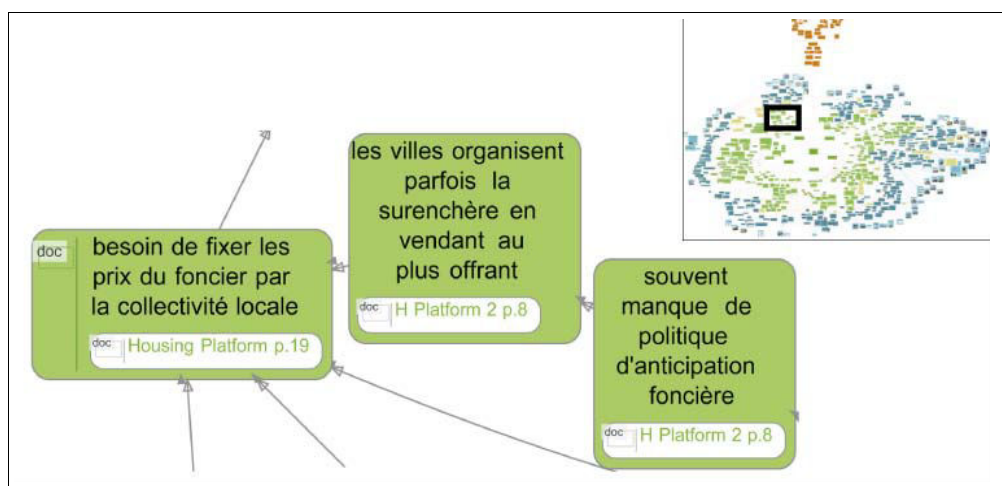


Fig. 12 Exemples d'hyperliens vers des citations de l'ouvrage « *Housing Platform 2* » dans la carte conceptuelle « *Habitat financièrement accessible* »

Complément par des éléments propres au territoire d'étude

Cette carte préliminaire a été complétée par des éléments d'enjeux propres au contexte géographique et socio-économique du territoire de Saône-et-Loire, à ses ressources en matériaux, savoir-faire et entreprises du secteur du bâtiment, se rapportant à chacune des branches. Cela a permis de mettre l'accent sur les enjeux en terme de production d'habitat qui sont spécifiques au territoire d'étude, comme la nécessité de prendre en compte le vieillissement de la population, la dominante rurale, ou encore l'importance de la filière bois.

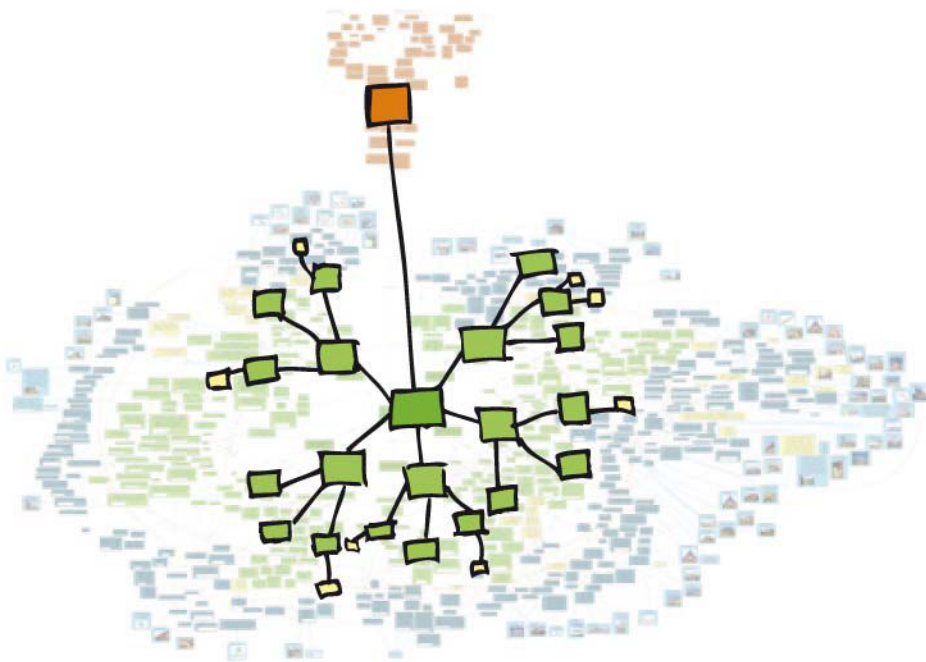


Fig. 13 Explication de la carte conceptuelle : Problématique, idée centrale, cinq branches principales et leurs ramifications, et ce qui est spécifique à la Saône-et-Loire en jaune

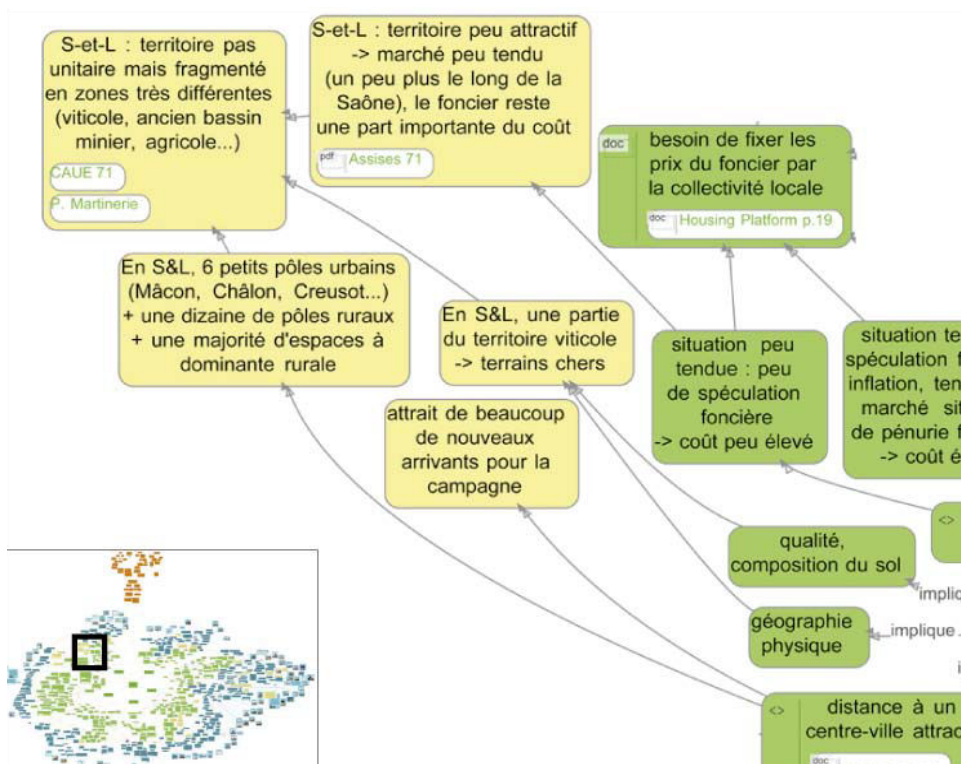


Fig. 14 Exemples de spécificités du contexte de la Saône-et-Loire dans la carte conceptuelle « Habitat financièrement accessible »

Introduction de pistes pour réduire les coûts, liées à des composantes du coût global

Parallèlement à ce travail de décomposition, l'analyse d'une série de projets d'habitat économique a été réalisée à partir d'une grille d'analyse. De la réflexion sur la décomposition du coût global de l'habitat, de l'analyse des projets sélectionnés, ainsi que de la poursuite des enquêtes sous forme d'interviews et également de la recherche documentaire, sont ressorties différentes pistes proposées ou déjà expérimentées par des architectes et d'autres acteurs de l'habitat pour diminuer une ou plusieurs composantes des coûts de l'habitat. Ces idées, dans des cadres bleu foncé (Fig. 15), ont été intégrées à la carte mentale, à l'extérieur de la partie décomposition des coûts, également connectées entre elles et aux concepts en vert, par des liens qualifiés de mots de liaison (Fig. 16).

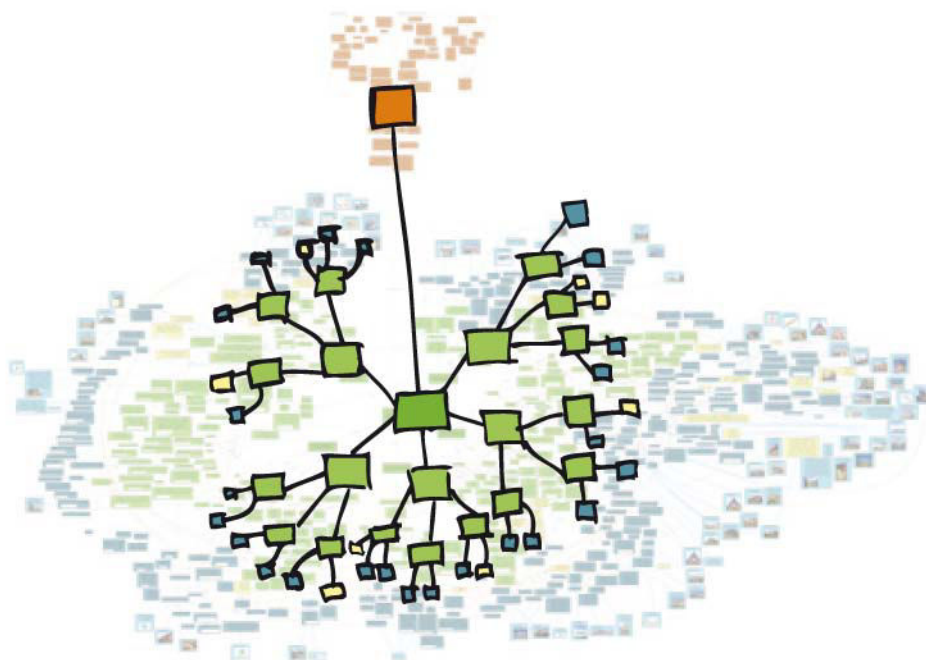


Fig. 15 Explication de la carte conceptuelle : Problématique, idée centrale, cinq branches principales et leurs ramifications, ce qui est spécifique à la Saône-et-Loire en jaune, pistes pour réduire le coût de l'habitat en bleu foncé

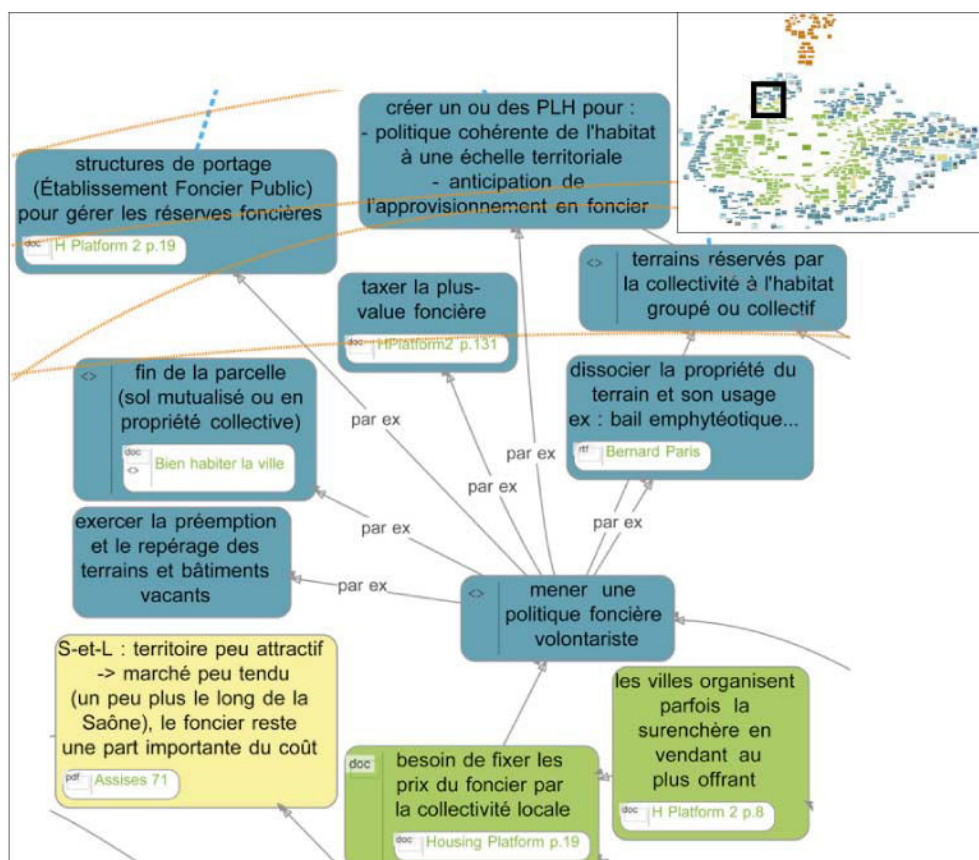


Fig. 16 Exemples de pistes pour réduire des coûts de l'habitat dans la carte conceptuelle « Habitat financièrement accessible »

Appui de ces pistes par des références analysées

Les références de projets d'habitat économique analysées qui utilisent une ou plusieurs de ces pistes ont été intégrées à la carte conceptuelle, liées à la ou les pistes correspondantes. Elles prennent la forme d'une image et de texte inscrits dans un cadre bleu clair

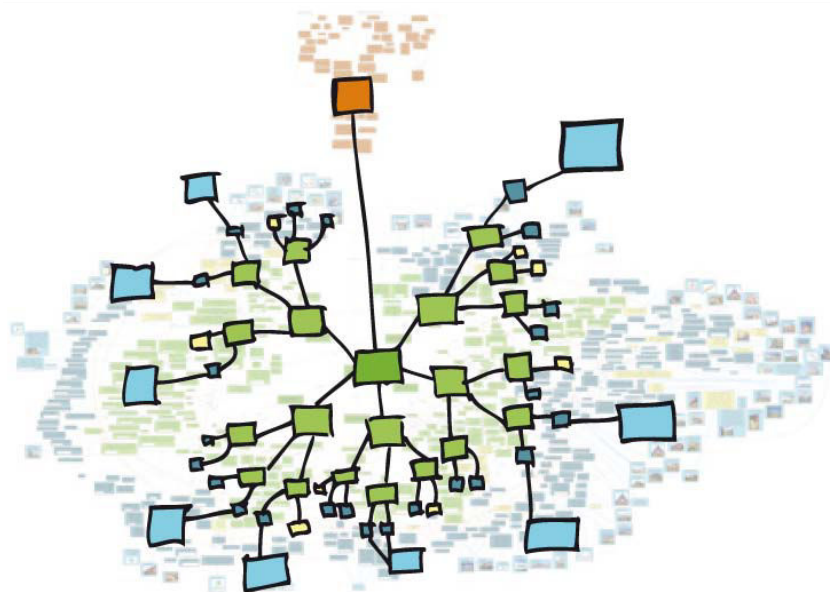


Fig. 17 Explication de la carte conceptuelle : Problématique, idée centrale, cinq branches principales et leurs ramifications, spécificités de la Saône-et-Loire en jaune, pistes pour réduire le coût de l'habitat en bleu foncé, références en bleu clair

Cela permet d'appuyer les pistes proposées pour réduire tel ou tel coût, et d'illustrer ces pistes par une image qui permet de mieux saisir l'idée proposée. Dans ce cas, les liens ne sont pas qualifiés car il ne s'agit pas de parties intégrantes du raisonnement, mais d'exemples.

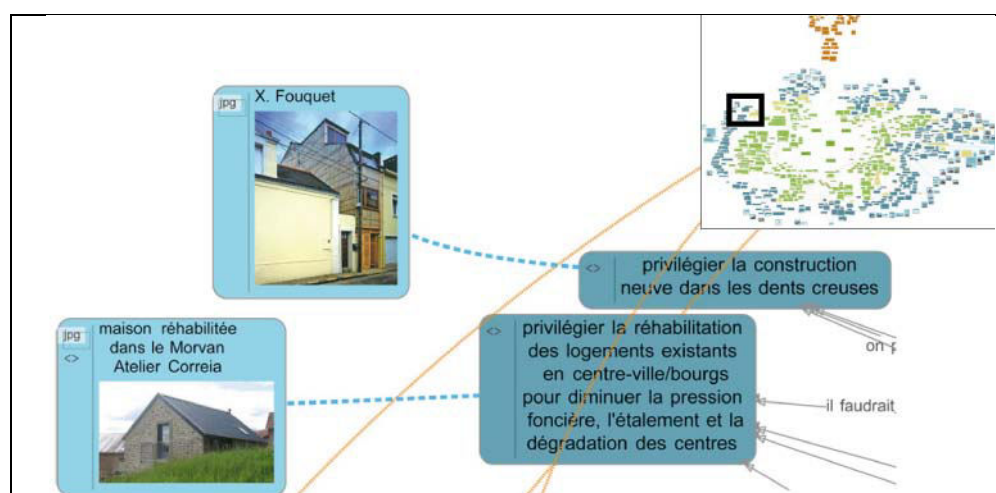


Fig. 18 Exemples de références illustrant des pistes dans la carte conceptuelle « Habitat financièrement accessible »

Connexion de concepts éloignés géographiquement par des liens croisés

Une fois l'ensemble de la carte conceptuelle mis en place, nous avons remarqué que certains concepts très éloignés géographiquement dans la carte avaient des interactions les uns avec les autres. En effet, lorsque l'on agit sur l'une des composantes du coût global de l'habitat, cela peut avoir des répercussions sur d'autres, même dans une autre branche de la carte. Un choix fait au moment de la conception, comme la compacité du bâtiment, peut par exemple avoir une influence sur le coût de chauffage qui est un coût différé. Nous avons donc ajouté des liaisons croisées de couleur orange entre ces différents éléments.

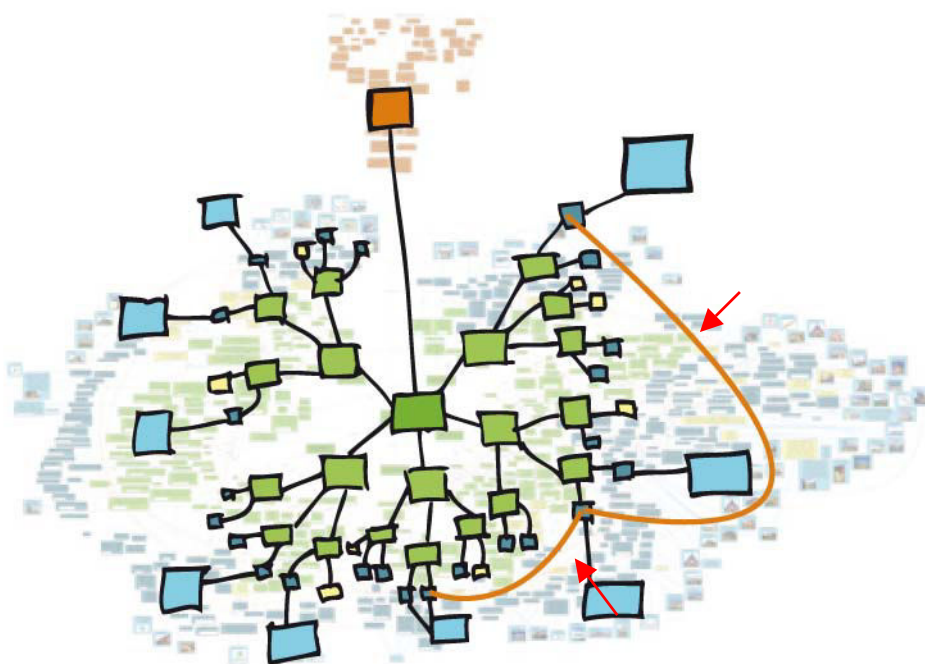


Fig. 19 Les liens, en orange, relient des éléments qui appartiennent à des zones de la carte différentes, mais qui ont des influences les uns sur les autres ou sont proches

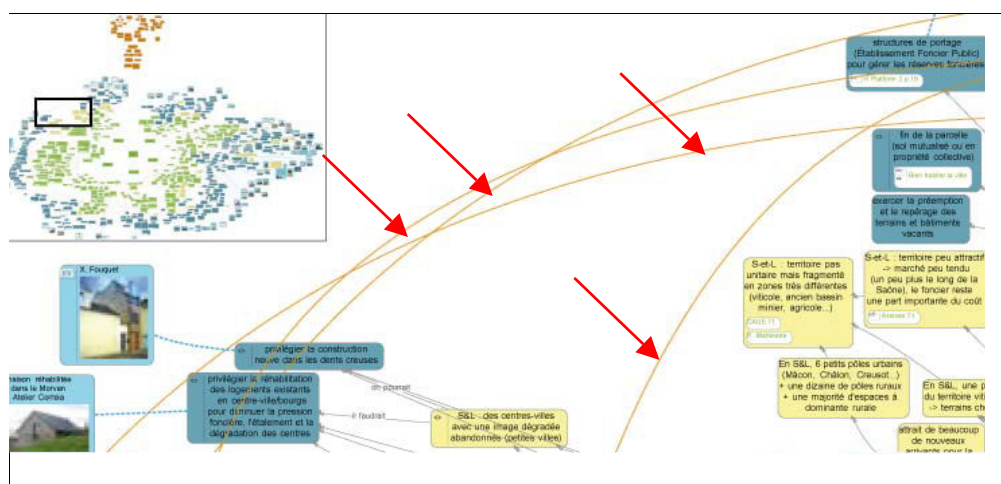


Fig. 20 Exemples de liens croisés dans la carte conceptuelle « Habitat financièrement accessible » (les flèches rouges indiquent les liens)

Cette carte conceptuelle a été construite sur une longue durée au cours de laquelle elle a été complétée et révisée plusieurs fois dans son ensemble et dans ses parties plus spécifiques. Les différentes zones : vertes, jaunes, bleu foncé, bleu clair et les liens oranges n'ont pas été construits strictement les uns après les autres, mais se sont développés en parallèle, en lien les uns avec les autres, et ont évolué simultanément. Au final, la carte conceptuelle révèle une certaine complexité car les paramètres qui entrent en jeu sont multiples et divers. Pour rendre cette représentation « touffue » plus facile à aborder, il nous a semblé important de soigner la qualité visuelle de la carte. La catégorisation des éléments par couleurs et la hiérarchisation du centre vers l'extérieur en plusieurs parties concentriques étaient nécessaires pour pouvoir aborder la carte de manière globale avant de se plonger dans une partie spécifique et détaillée.

Ce travail de décomposition et d'analyse du coût de l'habitat avec la carte mentale a permis une meilleure compréhension de la complexité des paramètres en jeu, de leur grand nombre et de leurs interactions. Il a permis de faire émerger les leviers sur lesquels il est possible et pertinent d'agir pour rendre l'habitat accessible économiquement. Cette analyse portant sur l'économie de l'habitat a fait émerger des premières pistes qui ont été affinées par la suite.

L'apport des mots-clés pour ajouter une dimension à la carte conceptuelle

Au cours de l'analyse de références de projets d'habitat économique et des pistes proposées pour réduire les coûts, nous avons pu observer que des « familles » de pistes ressortaient, notamment avec les liens croisés orange qui relient des concepts situés dans différentes branches.

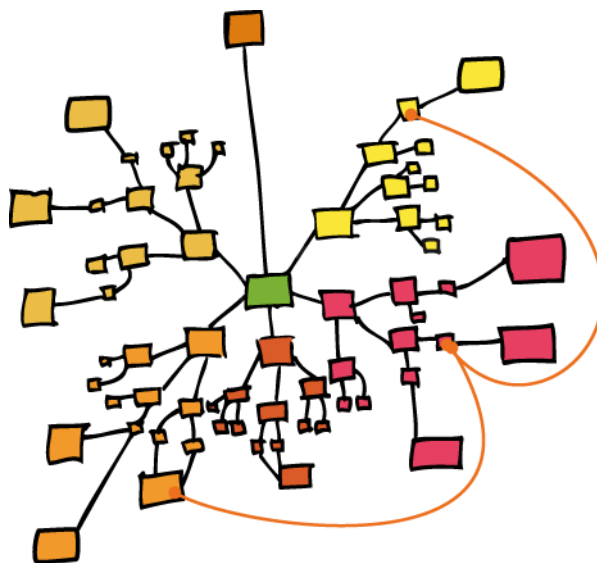


Fig. 21 Les liens croisés relient des concepts situés dans différentes branches

Nous avons classé la plupart des pistes proposées en sept catégories qui correspondent à sept « stratégies » principales pour pouvoir rendre le logement abordable : simplification, mutualisation, apport-travail, évolutivité, rationalisation, économie sur les matériaux, diminution des charges. Ces stratégies sont utilisées de manière récurrente dans plusieurs des projets étudiés. Elles le sont parfois seules, mais le plus souvent, plusieurs d'entre elles sont combinées dans le même projet. Dans la carte conceptuelle, on peut par exemple observer que la stratégie « mutualisation » peut s'appliquer au foncier, à des espaces de vie, à des équipements du logement, au recours à des professionnels pour la construction ou la conception, etc. De même, « apport-travail » est possible pour la construction, mais aussi pour la promotion ou l'entretien de l'habitat.

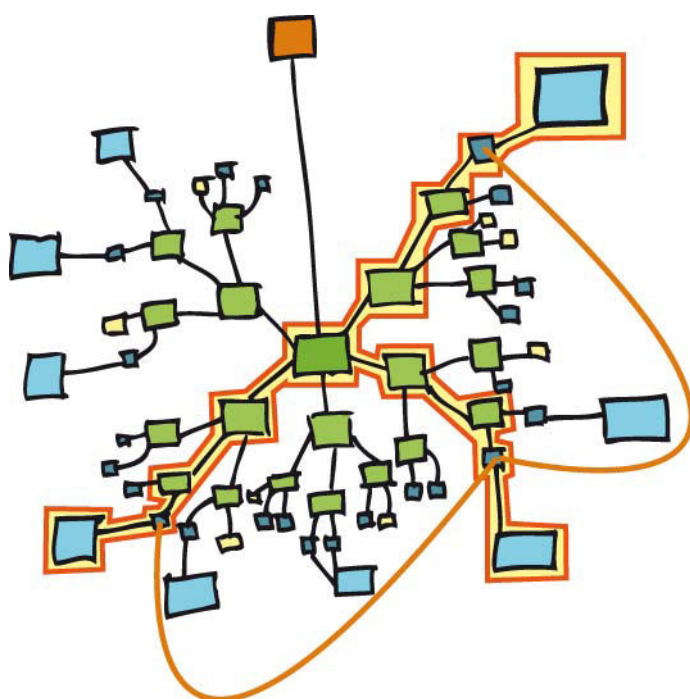


Fig. 22 Certaines pistes, reliées par des liens orange, appartiennent à la même famille, même si elles sont situées dans des branches différentes

Le logiciel VUE offre la possibilité d'attribuer à chaque concept et à chaque lien un ou plusieurs mots-clés. Une fois ces mots-clés attribués aux concepts et aux liens associés, il est possible, grâce à l'outil « rechercher » du logiciel, de ne faire apparaître que les concepts et les liens qui sont liés à un mot clé identique. Dans l'exemple suivant, on a attribué un même mot clé aux concepts « mot clé » et « concept », ainsi qu'au lien qui les lie l'un à l'autre. Ceci est visible dans la première image avec les caractères < > qui indiquent qu'un mot clé a été attribué. Dans la deuxième image, avec l'outil « rechercher », on a choisi de ne montrer que les liens et les concepts liés à ce mot clé. Il est également possible de simplement sélectionner ces liens et ces concepts tout en gardant visible le reste de la carte, ou de les copier vers une nouvelle carte qui ne portera que sur le mot clé sélectionné.

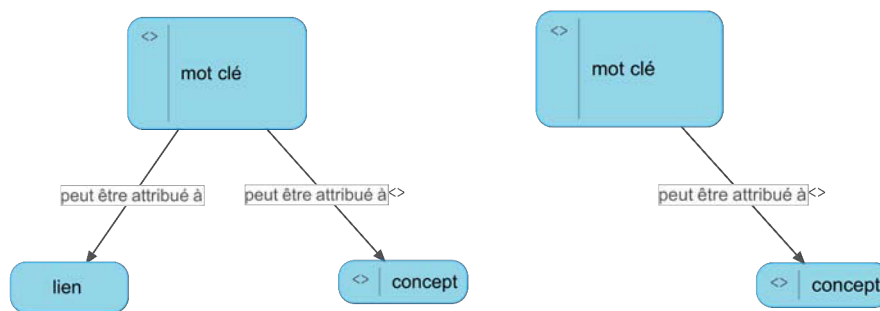


Fig. 23 Exemple de l'utilisation des mots-clés dans VUE, avant et après filtrage

Cet outil nous a paru particulièrement intéressant, car il permet de catégoriser les informations contenues dans la carte conceptuelle, et de sélectionner une partie de ces informations selon un ou plusieurs critères choisis, pour avoir un autre niveau de lecture. Nous sommes donc revenus sur la carte conceptuelle réalisée pour lui donner une dimension supplémentaire. Dans un premier temps, nous avons attribué aux exemples et aux pistes correspondantes sept mots-clés correspondant aux sept stratégies extraites. Chaque concept ou exemple peut se voir attribuer plusieurs mots-clés.

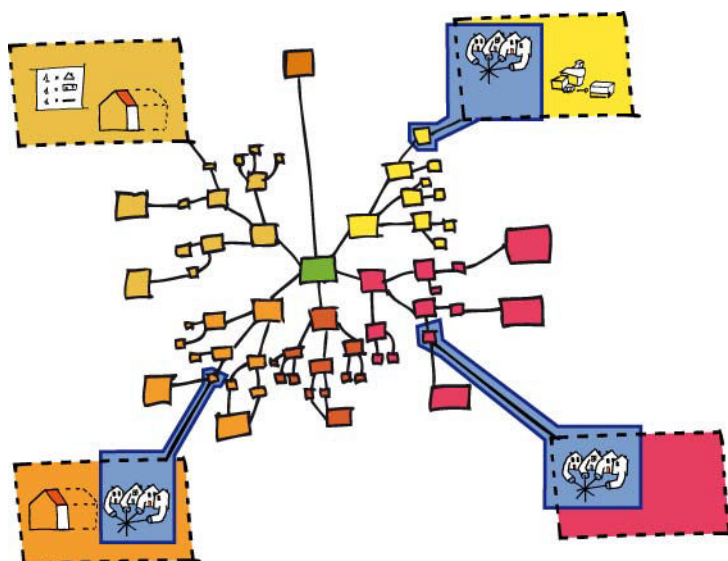


Fig. 24 La stratégie « mutualisation » est repérée dans plusieurs pistes et références situées dans différentes branches de la carte conceptuelle

Puis nous avons « tiré les fils » qui reliaient tous les concepts et les liens liés à chaque mot clé jusqu'au centre de la carte conceptuelle. Cela a permis de comprendre sur quelles composantes du coût global de l'habitat il est indispensable de jouer pour pouvoir mettre en œuvre ces stratégies.

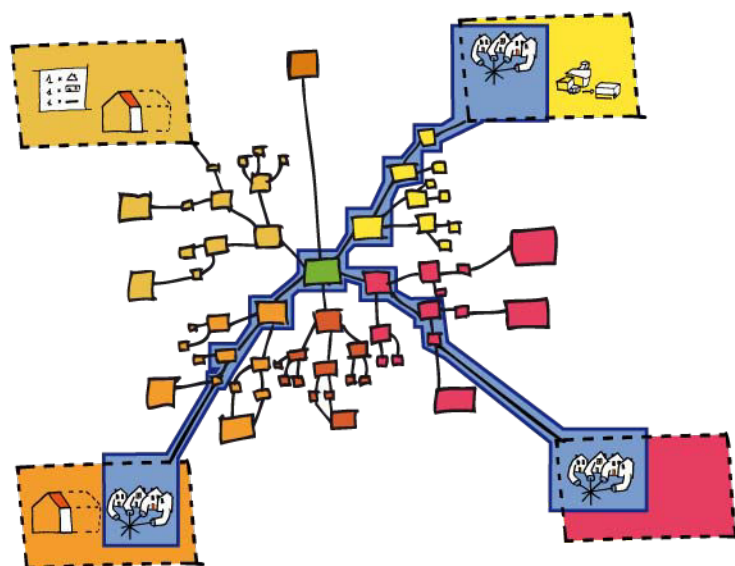


Fig. 25 Le mot-clé « mutualisation » est attribué à ces pistes et à ces exemples, ainsi qu'à tous les concepts et les liens qui les relient jusqu'au centre de la carte

L'outil « rechercher » du logiciel VUE nous a alors permis de faire apparaître, indépendamment les uns des autres, sept « chemins » (Fig. 27)¹⁰.

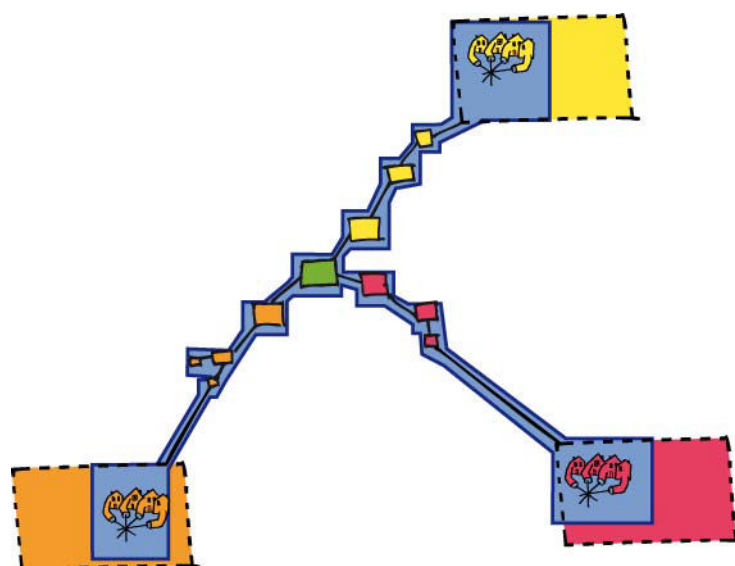
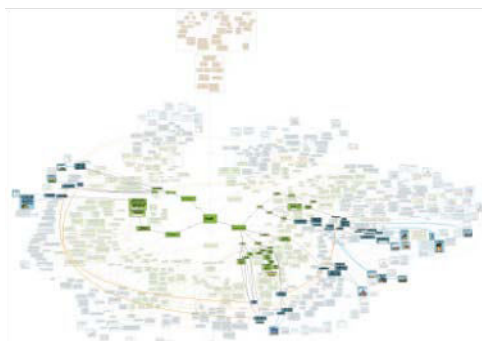
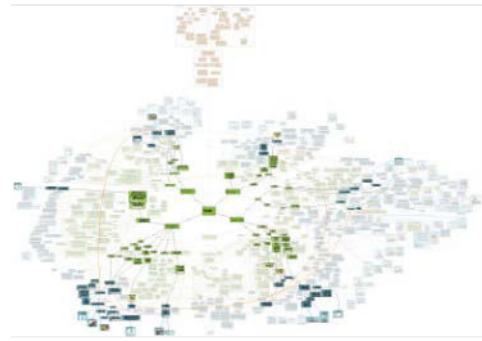


Fig. 26 Le chemin « mutualisation » peut alors être rendu visible indépendamment du reste de la carte mentale

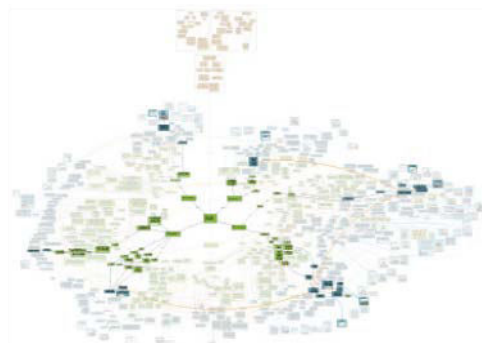
¹⁰ Chemins en format lisible en annexe de la thèse.



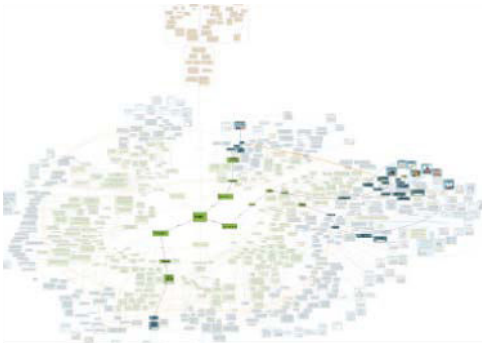
Chemin « simplicité »



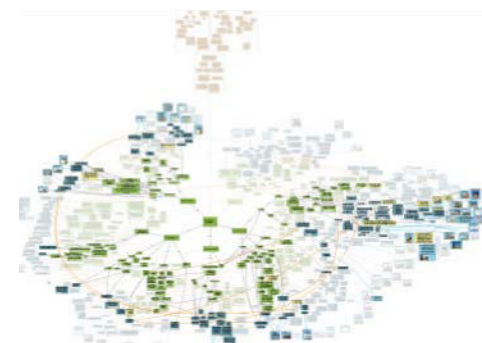
Chemin « mutualisation »



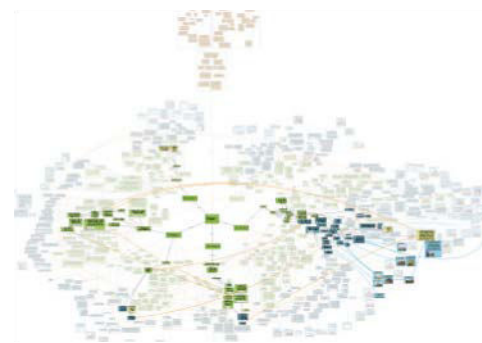
Chemin « évolutivité »



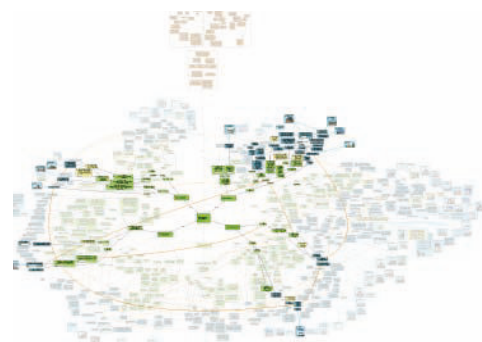
Chemin « apport travail »



Chemin « rationalisation »



Chemin « économie sur les matériaux »



Chemin « diminution des charges »

Chacun des chemins remonte jusqu'au concept central de la carte : « coût global de l'habitat » qui se voit attribuer les sept mots-clés, ainsi qu'une, trois, ou quatre des branches primaires de la décomposition des coûts, plusieurs concepts verts, bleus ou jaunes interconnectés par des liens qualifiés, des exemples et des liens croisés, dans différentes zones de la carte.

Fig. 27 Les 7 chemins en miniature

Par exemple, le chemin « apport travail » possède une branche connectée aux « coûts de montage et gestion » qui débouche sur la piste « autopromotion ».

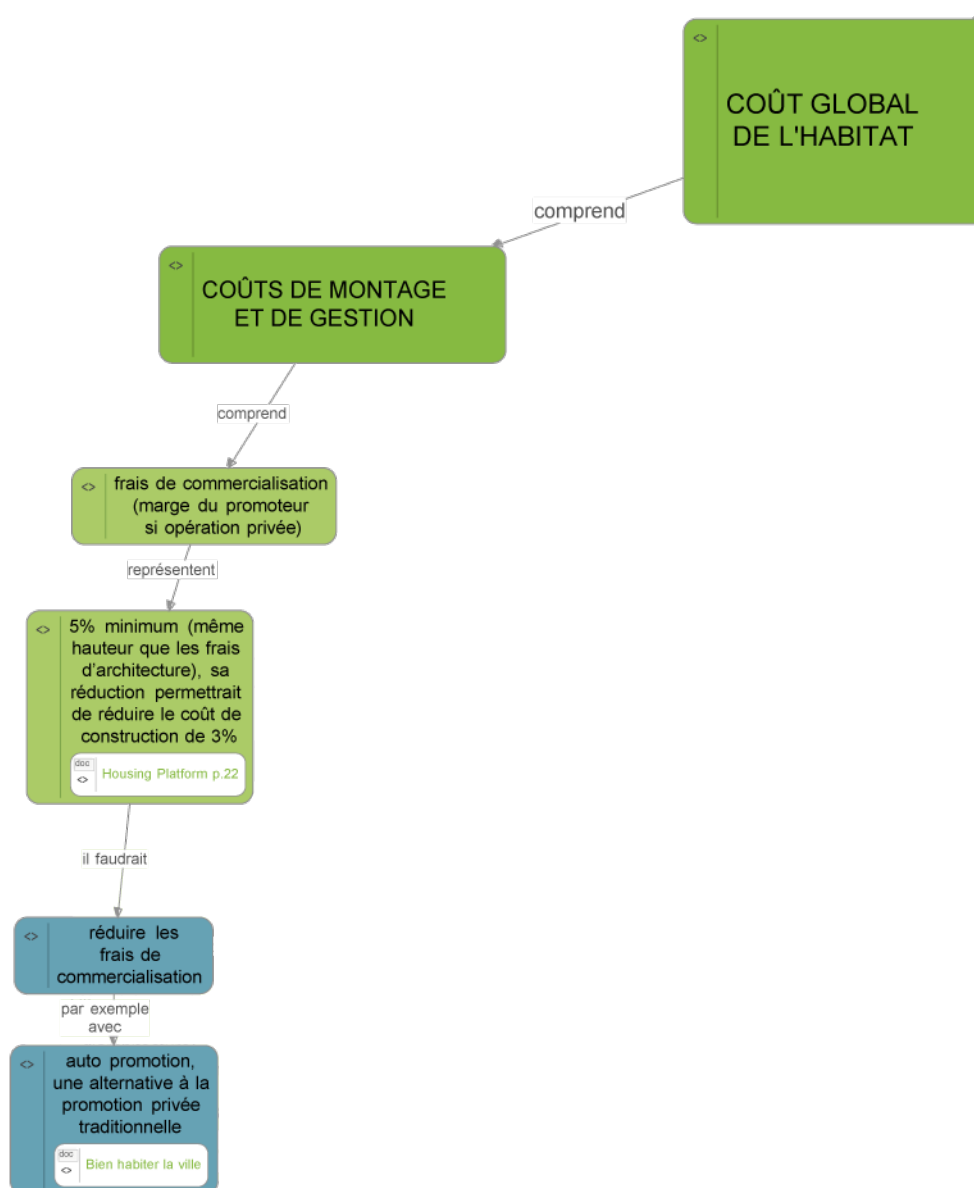


Fig. 28 Zoom sur la branche « coûts de montage et gestion » du chemin « apport travail »

Ce chemin possède également une branche connectée aux « coûts de construction » qui débouche sur les pistes « autoconstruction » et « autofinition »,

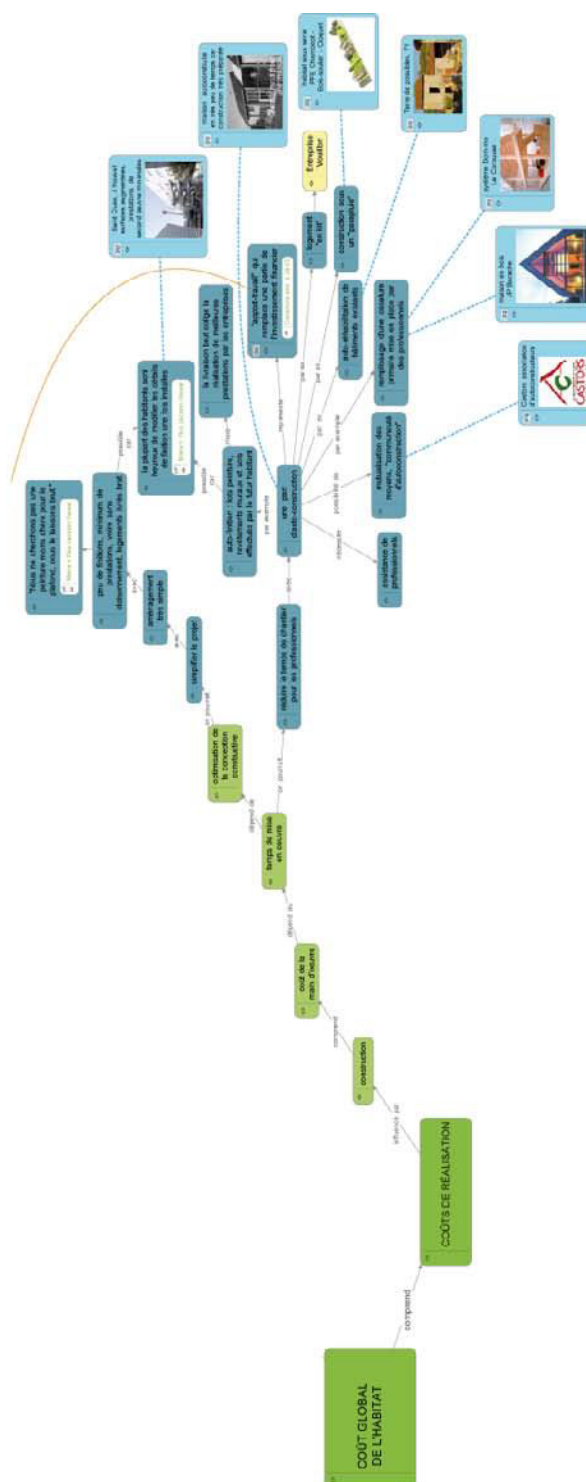


Fig. 29 Zoom sur la branche « coûts de réalisation » du chemin « apport travail »

ainsi qu'une branche connectée aux « coûts différés » qui débouche sur la piste « autoamélioration de l'habitat ».

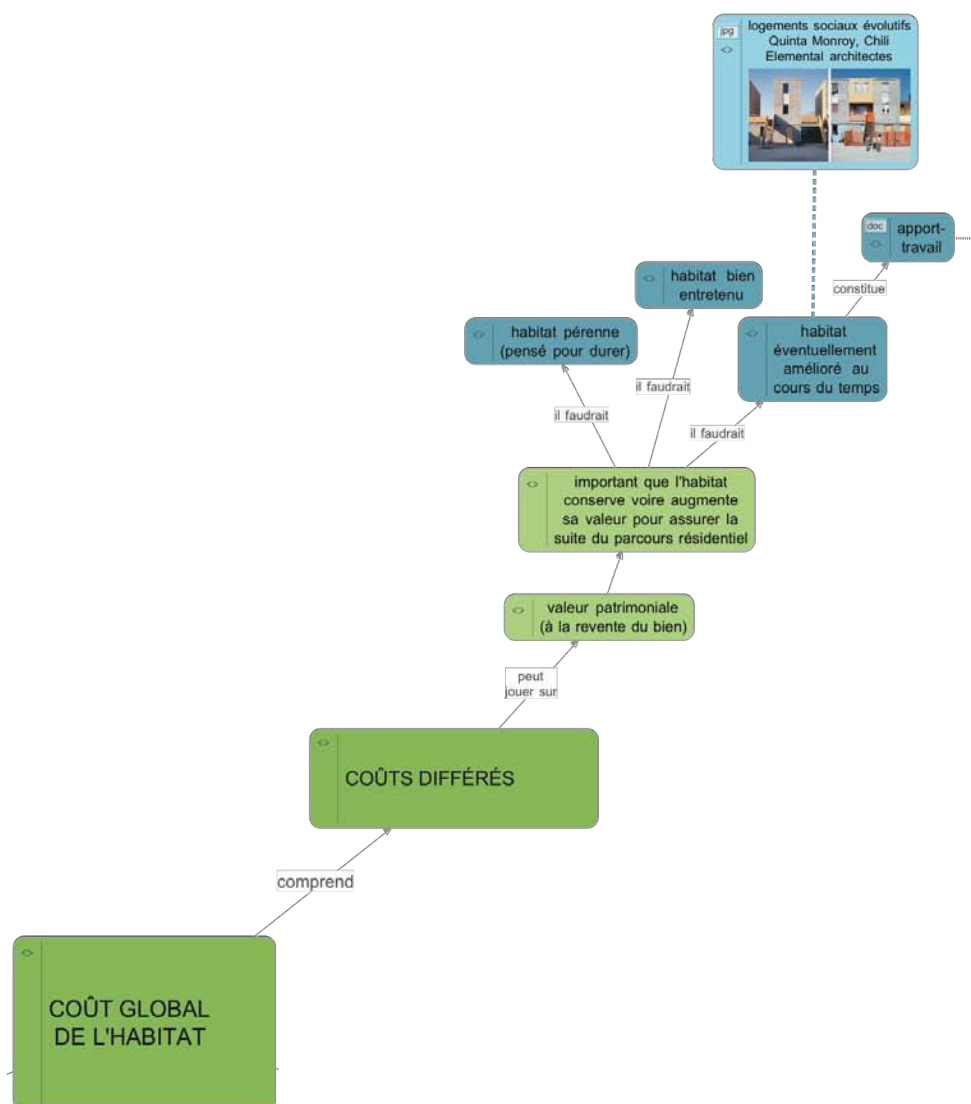


Fig. 30 Zoom sur la branche « coûts différés » du chemin « apport travail »

De la « macro carte » globale qui tente d'être exhaustive sur la décomposition des coûts et le relevé des pistes, sont extraites sept « micros cartes » plus particulières, qui détaillent, de manière spécifique, une des sept stratégies principales pour « faire économique ». Cette deuxième lecture, toujours non linéaire, non plus concentrique, mais transversale, de la carte conceptuelle permet de l'aborder différemment, et ainsi d'en retirer d'autres conclusions et d'autres pistes. Les chemins ne sont pas seulement une synthèse des informations contenues dans la carte, mais un véritable remaniement des données pour donner à voir une analyse plus sélective qui s'engage dans une réflexion prospective plus avancée.

Cette cartographie du coût global de l'habitat et des pistes pour rendre l'habitat financièrement accessible est un résultat particulier et original, car elle est une représentation de l'état d'avancement de notre recherche sur le coût de l'habitat et les manières de faire de l'habitat abordable en Saône-et-Loire. Si elle contient des informations générales, c'est le mode d'organisation et de représentation de ces informations transversales à différentes disciplines qui est spécifique. L'utilisation des mots-clés pour créer des « chemins » spécifiques est une manière originale d'utiliser la carte conceptuelle. La création de ces chemins a permis un réel remaniement des données pour les analyser selon un angle d'attaque différent.

Cette cartographie est suffisamment détaillée pour avoir une vision pas trop simpliste mais la plus globale possible pour comprendre finement la décomposition des coûts et les pistes. Elle n'est pas définitivement achevée. Elle peut encore s'enrichir et évoluer.

La carte conceptuelle réalisée est non seulement un outil d'organisation de la pensée et un vecteur d'échange avec les acteurs locaux, mais également un outil qui permet de faire émerger des concepts structurant des amorces de pistes en termes d'habitat économique.

Plusieurs étapes de ce travail ont fait l'objet d'expositions et de conférences que nous avons assurés ensemble, Mathilde Chamodot et moi-même. L'objectif de ces travaux pour lesquels nous avons dû mettre en forme de manière synthétique les résultats de notre recherche en cours, était premièrement de communiquer avec les acteurs locaux sur l'avancement de notre recherche. Ils visaient également à diffuser auprès du grand public des exemples de réalisations architecturales remettant en question la conception traditionnelle de l'habitat, que ce soit dans les modes d'habiter, l'utilisation des matériaux, ou les modes de production. Mais l'objectif était aussi d'amorcer la discussion, de servir de support pour le débat avec les acteurs locaux et la réflexion, de recueillir leur point de vue sur l'analyse réalisée, les projets présentés, et les propositions avancées. Il ne s'agissait pas de convaincre, mais d'affiner l'analyse en intégrant les apports des uns et des autres et les allers-retours à la réflexion, dans une démarche itérative. Introduire au fur et à mesure les acquis, les remises en cause, les ajustements de l'étape précédente, nous a permis de progresser dans la réflexion, pas à pas :

- À l'issue de la première année, principalement consacrée à l'étude de la filière bois saône-et-loirienne, a été présentée l'exposition « Filière bois, quelles formes d'habitat économique et écologique ? ». Elle retrace notre analyse des potentiels et des freins de cette filière et lance de premières propositions pour favoriser l'utilisation du bois local, transformé localement, pour la production de l'habitat. Elle a été présentée à la Galerie Européenne de la Forêt et du Bois, au Conseil général de Saône-et-Loire, et lors du salon « Bio – bois – bien-être » à Charnay-lès-Mâcon. Cette exposition a été accompagnée d'une conférence « Une filière bois courte, incontournable pour un habitat écoresponsable en Saône-et-Loire », qui a eu lieu à la Galerie Européenne de la Forêt et du Bois et à l'École Nationale Supérieure d'Architecture de Grenoble, sur les mêmes thématiques.

- La seconde année, pendant laquelle nous avons plus particulièrement travaillé sur les coûts de l'habitat, s'est conclue avec l'exposition « Quelles stratégies pour un habitat économique ? Matière à réflexion » et la conférence « Quelles stratégies pour un habitat accessible économiquement en Saône-et-Loire ? ». L'exposition a été présentée à la Galerie Européenne de la Forêt et du Bois, à l'École Nationale Supérieure des Arts et Métiers de Cluny, lors de la « Biennale de l'éco-construction » de Cessieu, et à « La Piscine, fabrique de solutions pour l'habitat » à Grenoble. La conférence a été donnée à la Galerie Européenne de la Forêt et du Bois, et à plusieurs reprises à l'école d'architecture de Grenoble. Ces deux travaux exposaient différentes stratégies utilisées par des architectes dans des projets d'habitat pour produire un habitat économique. Ils interrogeaient le public pour tenter de déterminer lesquelles d'entre elles pourraient être utilisées en Saône-et-Loire.

- À la fin de la troisième année, principalement consacrée au travail prospectif et à la rédaction de la thèse, l'exposition « Quel habitat de demain en Saône-et-Loire ? Support pour une réflexion collective » et la conférence « Quel habitat de demain en Saône-et-Loire ? Matière à réflexion », présentées toutes deux à la Galerie Européenne de la Forêt et du Bois, sont venues conclure le travail de recherche effectué durant trois ans au sein du Conseil général.

Ce travail de recherche a été mené conjointement avec Mathilde Chamodot pour les phases d'enquête, d'analyse et de réflexion sur les pistes prospectives. Ayant déjà travaillé en équipe pour plusieurs travaux (Projet de fin d'études, stage et mémoire de DSA – terre), nous avons un intérêt commun pour les questions de l'habitat économique et de l'approche territoriale pour concevoir des projets « situés », utilisant les ressources locales. Nous connaissions notre capacité à travailler en équipe et la complémentarité de nos apports personnels dans la recherche et la construction de la réflexion. Si tous les éléments constituant les deux mémoires de thèse, dans l'analyse comme dans les pistes, sont complémentaires et nécessaires pour avoir une vision globale de la recherche, pour la rédaction de ces deux documents, chacun s'est saisi d'un aspect du sujet, en l'abordant avec un angle d'attaque différent mais complémentaire à celui choisi par l'autre :

- Pour ma part, je me suis posé la question : « En Saône-et-Loire, quelles formes d'habitat et quelles manières de les produire pourraient participer à un développement économique durable du territoire dans un souci de préservation des ressources, de maintien et de création d'emploi localement ? » Pour y répondre, je me suis emparé des questions des ressources naturelles, humaines et économiques de la Saône-et-Loire, des impacts économiques et écologiques des choix faits en termes de matériaux et de systèmes constructifs, et du cycle de vie du logement.

- Mathilde Chamodot a abordé les questions des enjeux locaux en termes de besoins en logements, du coût global de l'habitat et des leviers pour rendre le logement économiquement accessible, du rapport de l'habitat au territoire, des modes d'urbanisation, du montage et de la gestion du projet.

Certaines thématiques se croisant, des contributions ont été apportées par l'un dans quelques unes des parties traitées par l'autre, et inversement.

Structure de la thèse

Ce travail de thèse articule deux niveaux de réflexion complémentaires, correspondant à deux étapes de recherche qui transparaissent à travers la construction du document.

La première partie analyse les différents enjeux liés à la question de l'habitat en procédant étape par étape d'une opération de logement. Cette partie d'analyse se construit donc en cinq sous-parties correspondant à un découpage en cinq étapes d'un projet de logement, de sa création à son utilisation : installation dans le territoire, montage et gestion du projet, conception, construction, utilisation du logement. Pour chacune d'elles, nous tentons de comprendre quels sont les enjeux spécifiques du territoire de Saône-et-Loire, quels sont les leviers pour produire un habitat économique, et quels sont les potentiels et les freins pour construire avec les ressources naturelles et humaines locales. J'ai traité des étapes de construction et d'utilisation du logement et abordé quelques points dans l'installation dans le territoire, du montage et de la gestion du projet, de la conception.

La deuxième partie de la thèse, sur la base de l'analyse effectuée, propose des pistes pour produire un habitat à la fois accessible financièrement, attractif et utilisant des ressources locales pour sa construction ou sa réhabilitation. Ces pistes se traduisent en propositions de modes de gestion et montage de projet, de principes d'aménagement à l'échelle du territoire ou de la commune, de principes architecturaux, de solutions constructives. Ces quatre catégories constituent chacune une des quatre sous-parties qui constituent la deuxième partie de la thèse.

Ces propositions répondent aux enjeux évoqués dans l'analyse en se basant sur les différents types de contextes existant en Saône-et-Loire identifiés dans la partie d'analyse. Elles tiennent compte des particularités locales et se veulent adaptées au territoire, à ses besoins et à ses ressources, basées sur une recherche d'économie et de valorisation des filières courtes. Elles sont réalisables dans des temporalités différentes : certaines sont applicables dès aujourd'hui, d'autres nécessitent des évolutions du territoire avant de pouvoir être mises en œuvre. Les actions à réaliser et les étapes à atteindre pour parvenir à concrétiser ces pistes sont détaillées. Elles s'inspirent et révèlent des initiatives et des projets locaux ou non, qui semblent prometteurs, ainsi que des acteurs (architectes, associations, entreprises, etc.) porteurs d'idées intéressantes.

Partie 1 : Analyse des ressources locales et des leviers pour rendre le logement financièrement accessible

1.1 Installation dans le territoire

1.1.1 Un territoire principalement rural, en perte d'attractivité

Dans sa thèse, Mathilde Chamodot explique que le territoire de Saône-et-Loire, principalement rural, vaste et éloigné des grands centres urbains, peu dense, avec une démographie en baisse et un vieillissement de la population qui s'accroît, est en perte d'attractivité suite aux crises industrielle et agricole. La situation n'est pas la même sur l'ensemble du territoire. On observe un contraste entre l'Est, avec l'axe de la Saône, un important axe de circulation le plus métropolisé du département, attractif, et l'Ouest qui souffre de la désertification rurale. Ce territoire est toutefois muni d'atouts pour renouveler son attractivité : une position de carrefour à l'échelle nationale et un cadre de vie attractif avec des paysages ruraux de qualité. L'attrait renouvelé des citoyens pour la campagne est une opportunité à saisir pour le département, car l'économie résidentielle pourrait profiter à ses territoires ruraux. L'habitat doit être considéré comme un outil d'attractivité de jeunes actifs et comme un levier pour l'aménagement et le développement économique et social du territoire. Les acteurs locaux, conscients de ces enjeux, ont une volonté forte de redynamiser leur territoire et ont d'ores et déjà engagé une démarche pour lui forger une image de marque positive.

1.1.2 Une diversité de « pays » à identité forte

La qualité et la diversité des paysages de Saône-et-Loire est à préserver, tout en garantissant un mode de vie contemporain. Dans sa thèse, Mathilde Chamodot observe que traditionnellement, les établissements humains exploitaient judicieusement le contexte géographique. Elle dresse un rapide portrait des « pays » qui composent la Saône-et-Loire, en détaillant les principales caractéristiques paysagères, les dynamiques contemporaines et les enjeux propres à chacun d'eux, les modes d'implantation traditionnels spécifiques :

- la vallée de la Saône, un axe de passage et d'urbanisation, marqué par l'eau
- la Bresse, une utilisation extensive du territoire
- les côtes du Chalonnais et du Mâconnais, en paliers sur les reliefs de calcaire
- le Charolais-Brionnais, des bocages emblématiques et une vallée industrielle
- le Morvan, imposant massif boisé
- la Loire, des établissements humains tournés vers le fleuve à distance prudente

1.1.3 Des dynamiques actuelles d'occupation du territoire à maîtriser

La population, en Saône-et-Loire, est relativement bien répartie sur le territoire dans plusieurs villes moyennes. Mathilde Chamodot observe un phénomène d'étalement urbain sensible, dans ce département où l'habitat individuel est surreprésenté. Des nuances existent, selon les zones du département. L'étalement urbain est important dans l'Est du département, tandis que l'Ouest, plus rural et enclavé, observe une extension urbaine limitée, un « émiettement urbain » plutôt qu'un véritable étalement urbain. Parallèlement, beaucoup de centres-villes et centres-bourgs sont délaissés au profit des lotissements et ont tendance à se dégrader.

1.1.4 Le foncier, un important levier de réduction des coûts

En Saône-et-Loire, le marché de l'immobilier est globalement peu tendu. Par conséquent les terrains sont en moyenne moins chers que sur d'autres territoires. Des écarts de prix importants entre la vallée de la Saône et la Bresse où les prix sont élevés, et la partie ouest du département, où les prix sont beaucoup plus abordables sont constatés. Dans tous les cas, le coût du foncier représente une part non négligeable du coût de l'habitat, surtout si l'on prend en compte son coût global.

1.1.5 Un territoire riche en ressources naturelles pour la construction

1.1.5.1 La culture constructive vernaculaire du territoire

L'habitat vernaculaire constitue une première source d'informations sur les ressources naturelles en matériaux locaux potentiellement disponibles sur un territoire, car la plupart des constructions, notamment les habitations, faute de moyens de transport, et de moyens financiers, utilisaient les matériaux présents aux alentours du lieu de construction¹¹.



De la côte du Chalonnais au Mâconnais en passant par le val de Saône

La plupart des constructions utilisent la pierre calcaire, notamment pour les murets et cadoles¹² qui ponctuent et délimitent le vignoble. La qualité du calcaire issu de la côte rocheuse est recherchée pour la construction. Les toits des villages étaient autrefois couverts de laves calcaires, aujourd'hui remplacées par des tuiles. Dans la plaine, la plupart des constructions utilisent la pierre. On observe aussi des maisons construites en terre crue, utilisant la technique du pisé, en bord de Saône, mais aussi dans les vallées menant aux monts du Beaujolais, notamment pour les bâtiments à vocation agricole.

M. Masson (MASSON, 2012), gérant de la carrière de pierres de Saint-Martin-Belle-Roche, explique que dans chaque village du Mâconnais, les maçons bâtissaient avec des petites pierres. Sur les terrains du Mâconnais, une fois les arbres et trente centimètres de terre enlevés, il est possible d'extraire la pierre nécessaire à la construction des bâtiments. En effet, les pierres qui constituent la plus grande partie des murs étaient extraites localement. Les maçons venaient se servir à Saint-Martin-Belle-Roche, où ils pouvaient trouver des pierres de plus grandes dimensions, pour les "pièces nobles" que sont les linteaux, les jambages, les appuis de fenêtre, les montées d'escalier et les dalles.

¹¹ Les zones choisies correspondent aux principaux paysages que l'on rencontre en Saône-et-Loire, leurs limites ne sont pas administratives.

¹² Cadoles : abris pour les vigneron, construits en pierre sèche

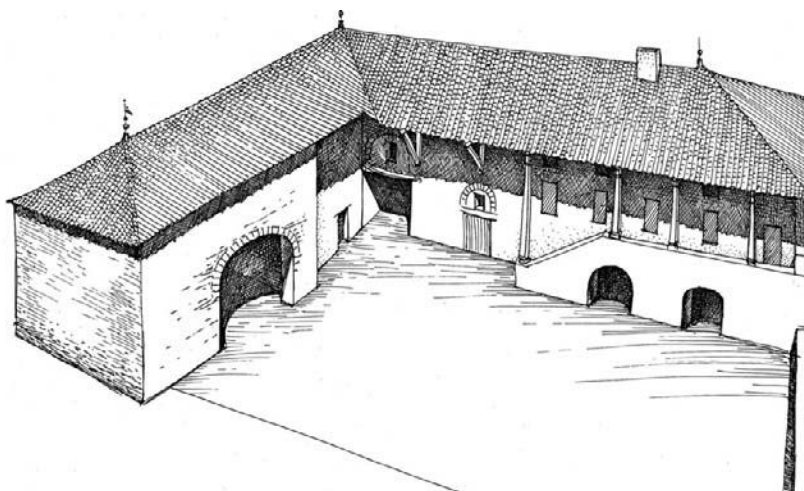


Fig. 31 Maison vigneronne à Igé (BOUILLOT, 1991d)



Fig. 32 Bâtiment en pierre, bois et pisé à Saint-Pierre-le-Vieux (Photo : B. Cloquet, 2012)



Fig. 33 Muret en pierres maçonnées à sec (Photo : B. Cloquet, 2009)



Dans le Charolais Brionnais

« Si les maisons d'habitation sont le plus souvent enduites, les bâtiments d'exploitation sont plutôt en pierre sèche ». (GARNIER, CAUE 71, 2007, p.176) Les matériaux de construction utilisés sont issus du sous-sol : bancs de calcaire jaunâtre, au grain très fin, granit, grès, terre. Des variations de matériaux et de couleurs sont perceptibles d'un village à l'autre.

« L'architecture du Charolais calcaire est chaleureuse : les teintes des bâtisses, ocrées, colorées de rose ou parfois blanchâtres, jouent harmonieusement avec la lumière. Le bâti du Charolais gréseux, de la butte de Suin à celle de Dun, adopte un aspect plus rigoureux. Le Brionnais se caractérise par son extraordinaire variété architecturale : pays de frontière entre la Bourgogne et les régions méridionales (...), il a subi des influences et offre une diversité de construction (...) : toits à forte pente et tuile plate au nord, toits à faible pente et tuile creuse au sud. La pierre domine partout, mais les constructions en pisé sont de plus en plus nombreuses vers le sud. »

(GARNIER, CAUE 71, *ibid.*, p. 177).

On peut constater que les pierres jaunes de Saint-Martin-Belle-Roches (côte mâconnaise) ont été transportées jusque dans le Charolais Brionnais.

Les ressources naturelles des sous-sols, pierre, argile, sable pour la construction, bois pour la construction et comme combustible, houille, fer, et la proximité des voies d'eau sont les facteurs à l'origine de la création des vallées industrielles.

« Montceau-les-Mines et Le Creusot forment, avec les quatorze autres communes de la Communauté Le Creusot-Montceau, un des premiers bassins de vie de Saône-et-Loire. Tout d'abord sites d'extraction de la houille, ces deux villes se sont construites et développées au XIXe siècle, spécialisées pour la première dans l'extraction du charbon, et pour la seconde dans le travail des métaux » (GARNIER, CAUE 71, *ibid.*, p. 180).



Fig 34 Maison à Ozolles, pierres d'angle et de mur différentes, collectées *in situ* pour le remplissage, et venant d'une carrière de meilleure qualité pour les angles (Photo : B. Cloquet, 2009)

Briques et tuiles sont fréquemment utilisées dans l'architecture industrielle et dans l'habitat localement, et ce depuis l'installation de nombreuses usines de céramique autour du canal du centre en 1793. La terre fut aussi utilisée pour bâtir des maisons d'habitation pour les ouvriers employés de la Compagnie de Mines de houille de Blanzky. Au cours de la deuxième partie du XIX^{ème} siècle (1862, 1872), la Compagnie entreprit la construction de trois nouvelles cités (Fig. 35) celles de Bois du Verne, Bel Air, et de Magny¹³ pour lesquelles les architectes Jean-Philippe Suisse et Goichot (architectes de la compagnie) optèrent pour le pisé, utilisant les résidus de l'extraction de houille mélangés à la chaux pour les fondations, la pierre locale pour les soubassements, la terre et la pierre pour les murs.



Fig. 35 Maison en pisé de la cité ouvrière de Blanzky0) (CAUE 71, 2010d)

¹³ Références à l'inventaire général du patrimoine culturel : [IA71000054](#), [IA71000093](#), [IA71000059](#)



Le Morvan, imposant massif boisé, les maisons sont traditionnellement en granit

Le Morvan est caractérisé par l'omniprésence des forêts. Autrefois, le flottage du bois (bois de chauffage envoyé vers les grandes villes, notamment Paris) était une activité très importante, qui a périclité avec l'arrivée du charbon. Après la seconde guerre mondiale, l'État a encouragé la plantation de résineux, notamment de douglas. Ces plantations massives, surtout depuis les années 1960, ont transformé les paysages morvandiaux. Elles ont d'abord occupé les friches agricoles, puis des parcelles boisées en feuillus ont été converties.

« Adaptés à la rudesse du climat, les pignons exposés aux vents dominants sont parfois protégés d'un parement en ardoise ou en bois appelé « talvente » ou « talpone ». Utilisant les matériaux locaux, les constructions sont pour la plupart en granit. » (GARNIER, CAUE 71, op. cit. , p.220)

« Le semis de toits bleus noyés dans un océan de verts est caractéristique du Morvan. Hier, les toits étaient en chaume. Progressivement depuis 1900, le chaume a été remplacé par l'ardoise et ici ou là par la tuile. Cette ardoise grise, c'est l'ardoise de Savoie. Elle est de mauvaise qualité, elle ne vaut pas l'ardoise d'Angers, mais le Morvandiau n'est pas riche. On voit aussi des tuiles » Un résident du sud Morvan (PARC NATUREL RÉGIONAL DU MORVAN, [s.d.]).



Fig. 36 Chaumière morvandelle (carte postale du début du XX^e siècle)



Bords de Loire, argile sable et gravier

Les ressources offertes par la Loire sont largement exploitées, en particulier pour la construction.

« Les eaux courantes érodent les roches et charrient des matériaux qui seront exploités par l'homme : les argiles de bord de Loire, abondantes, appréciées par les potiers. (...) Graviers et sables sont utilisés pour la construction. Au pied des côtes ou dans les prairies alluviales, les sites d'extraction, organisés autour de monticules de matériaux et de construction métalliques, se détachent dans le paysage, en rupture avec l'environnement végétal » (GARNIER, CAUE DE SAÔNE-ET-LOIRE, 2007, p.246).

Pour la construction de l'habitat, pierres calcaires, briques, galets et pisé sont fréquemment utilisés, traditionnellement.



Fig. 37 Ferme en pisé et pierres à Poisson (Photo : B. Cloquet, 2012)



Traditionnellement, les habitations utilisent les matériaux locaux selon différentes techniques de mise en œuvre. La terre est mise en œuvre crue en utilisant la technique du pisé ou du torchis, ou cuite pour les briques et les tuiles, les tuiles pouvant être utilisées aussi dans les murs.

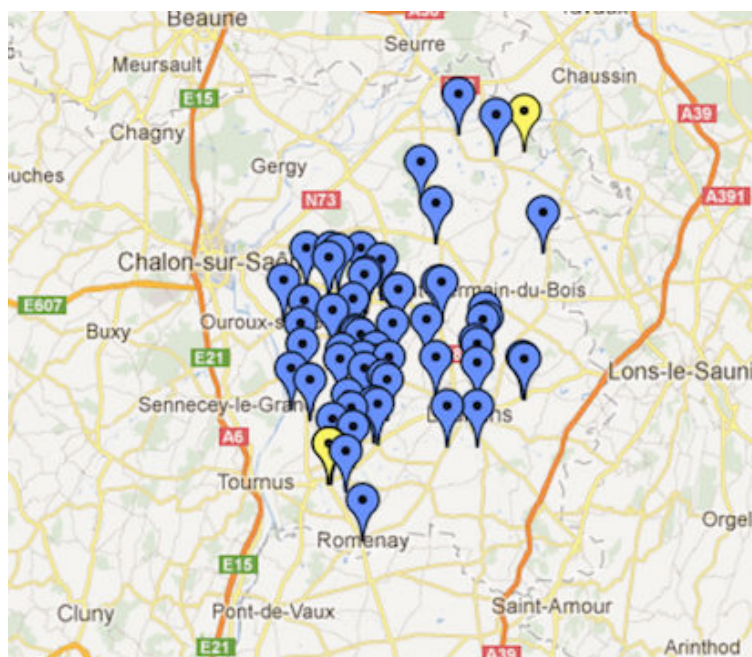


Fig. 38 Localisation des données de l'Inventaire national en Bresse

En localisant sur une carte les données de l'Inventaire national, on peut mieux se rendre compte de l'étendue des communes concernées par le pisé en Bresse de Saône-et-Loire¹⁴. Si l'on étendait cette carte sur le territoire bressan entier (Saône-et-Loire et Ain), on obtiendrait, un territoire très important, qui demanderait autant d'artisans spécialisés et qualifiés ayant le savoir-faire pour réhabiliter ces constructions, et les améliorer thermiquement.

¹⁴ Carte réalisée à l'aide du site <https://maps.google.fr/> et de la base de donnée architecturale Mérimée, construite à partir des Inventaires du Ministère de la culture français.

Le matériau bois est mis en œuvre sous forme de colombage, charpente, menuiseries et clayonnage de torchis. Le matériau pierre, utilisé principalement en soubassement, peut aussi se trouver dans le mur entier, notamment quand une carrière se trouvait proche du lieu de construction.

Les fermes en pierres, en torchis, en pisé présentes sur le territoire de Saône-et-Loire, sont réparties par secteur géographique, ce qui montre bien une adaptation géographique des cultures constructives aux matériaux présents dans un rayon proche du lieu de construction. Le rayon d'approvisionnement en matériaux dépendait des capacités à pouvoir les transporter, de la nature et de la qualité de la matière première présente.

La quantité et la qualité du patrimoine bâti en pierre visible en Saône-et-Loire participe fortement à l'image du territoire, et à son attractivité touristique. Pour préserver la qualité des paysages et cette attractivité touristique du territoire, continuer à valoriser une culture constructive spécifique au territoire, contemporaine et de qualité, peut être un atout.

1.1.5.2 La Saône-et-Loire dispose de ressources minérales variées

Le sol de la Saône-et-Loire est composé d'une multiplicité de minéraux différents, comme on peut le voir sur la carte schématique (ci-dessous). Ces nombreux types de ressources minérales offrent à la Saône-et-Loire la possibilité d'exploiter une quantité importante de matériaux différents pour une utilisation locale.

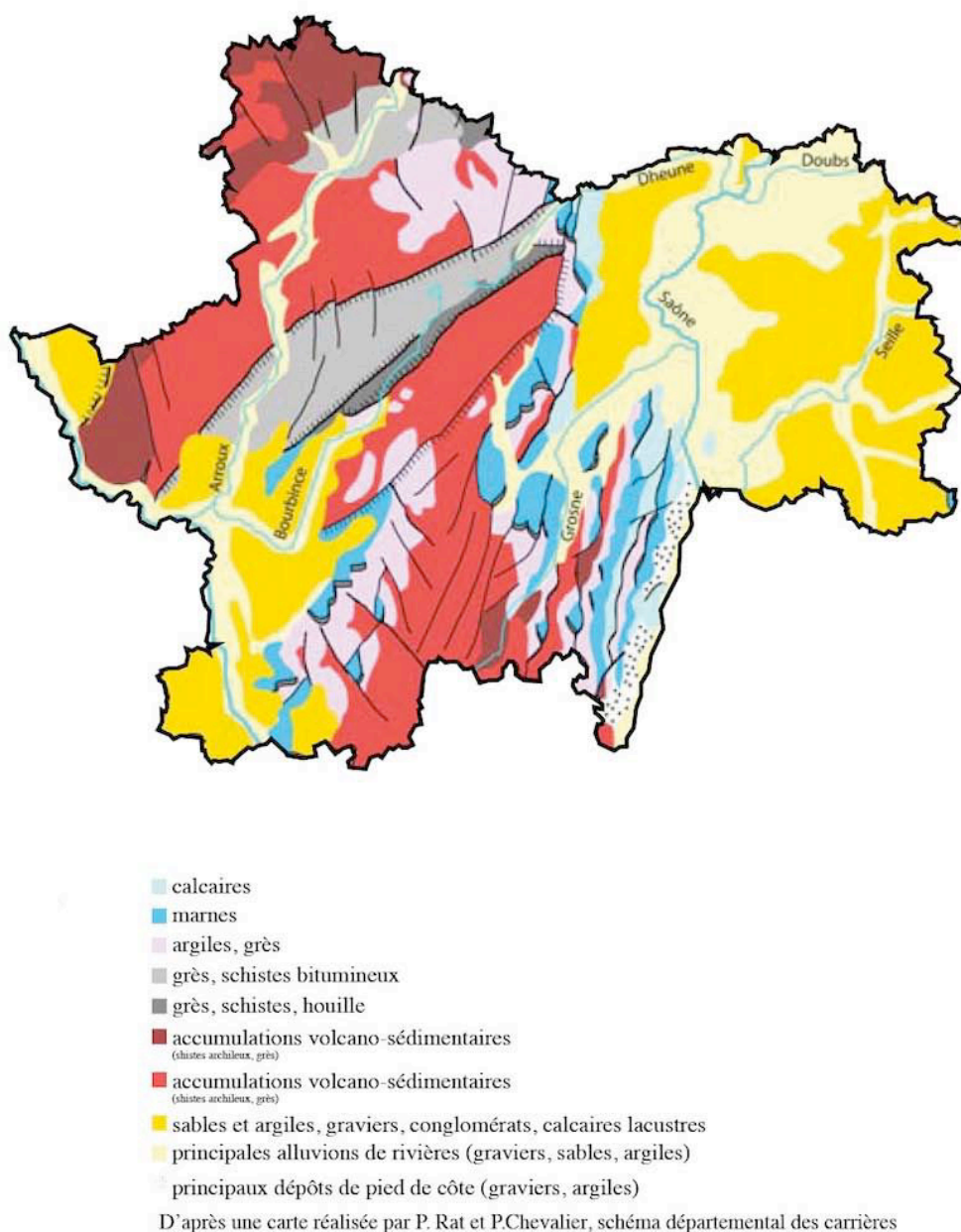


Fig. 39 Carte géologique de la Saône-et-Loire, d'après une carte réalisée par P. Rat et P. Chevalier, (DRIRE BOURGOGNE, 2001)

1.1.5.3 Un sol offrant de nombreuses ressources végétales, principalement du bois

Ce sous-sol minéral varié est aussi une chance pour la plantation d'essences d'arbres différentes. La quantité de terres arables, majoritaires en Bresse, offre la possibilité de planter des céréales et plantes pouvant devenir des agro-matériaux.

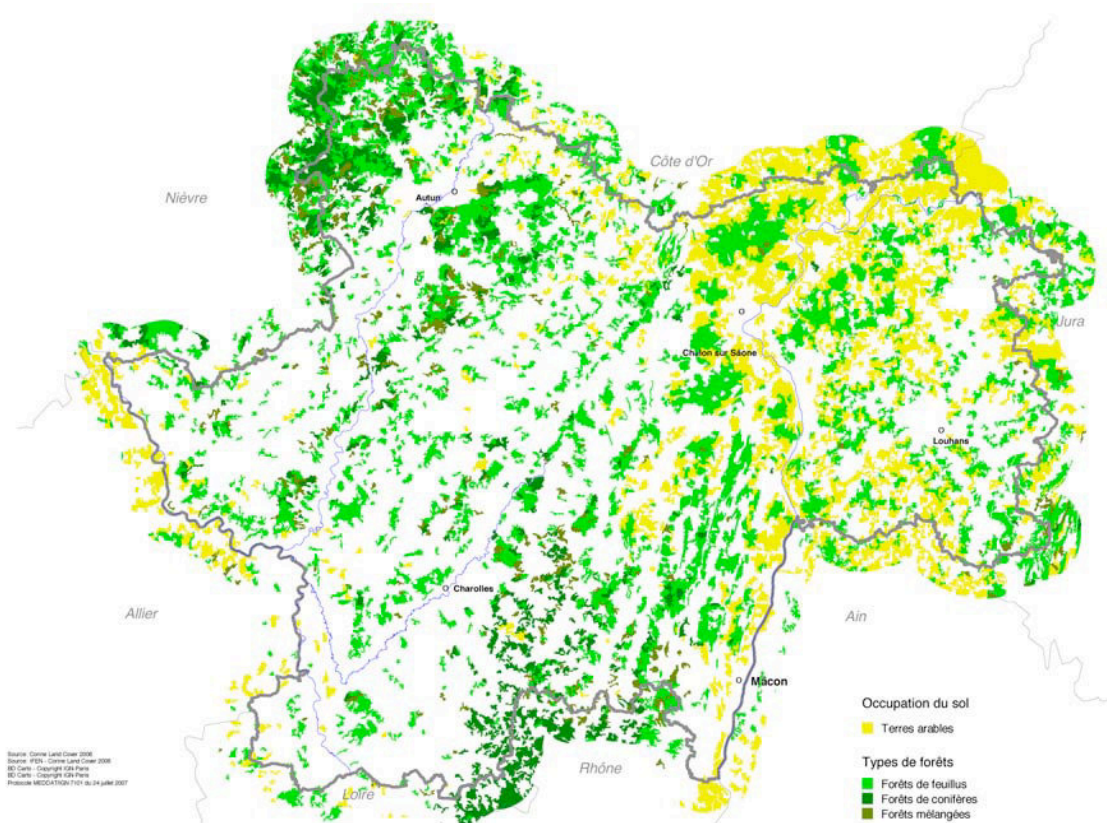


Fig. 40 Carte des forêts et des terres arables Saône-et-Loire

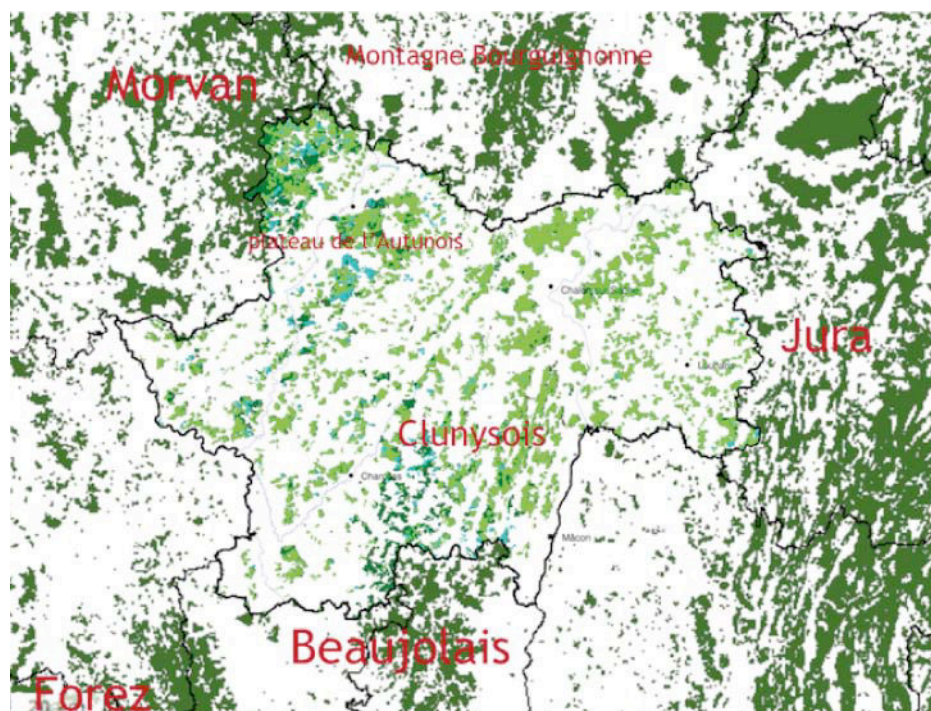


Fig. 41 Principaux massifs forestiers bordant la Saône-et-Loire

La Saône-et-Loire, un territoire entre trois massifs forestiers

Les forêts de Saône-et-Loire recouvrent 203 100 hectares dont 160 000 sont consacrés à la sylviculture, correspondant à un taux de boisement de l'ordre de 23 % (CCI 71, 2008a). Ce taux est inférieur à la moyenne nationale, mais le département dispose bien d'une ressource abondante. En effet, plutôt que de s'approvisionner uniquement dans les massifs forestiers qui se trouvent sur le territoire administratif de Saône-et-Loire : - Clunisois, Autunois, une partie du Morvan -, les professionnels du bois utilisent la ressource à proximité. Les bassins d'exploitation sont centrés sur les massifs forestiers les plus importants : Morvan, Jura, Beaujolais et Forez. C'est la raison pour laquelle on ne peut pas véritablement parler d'une filière bois unitaire en Saône-et-Loirienne, comme on pourrait parler de la filière bois du Morvan, par exemple, qui rassemble des professionnels de toute la Bourgogne.

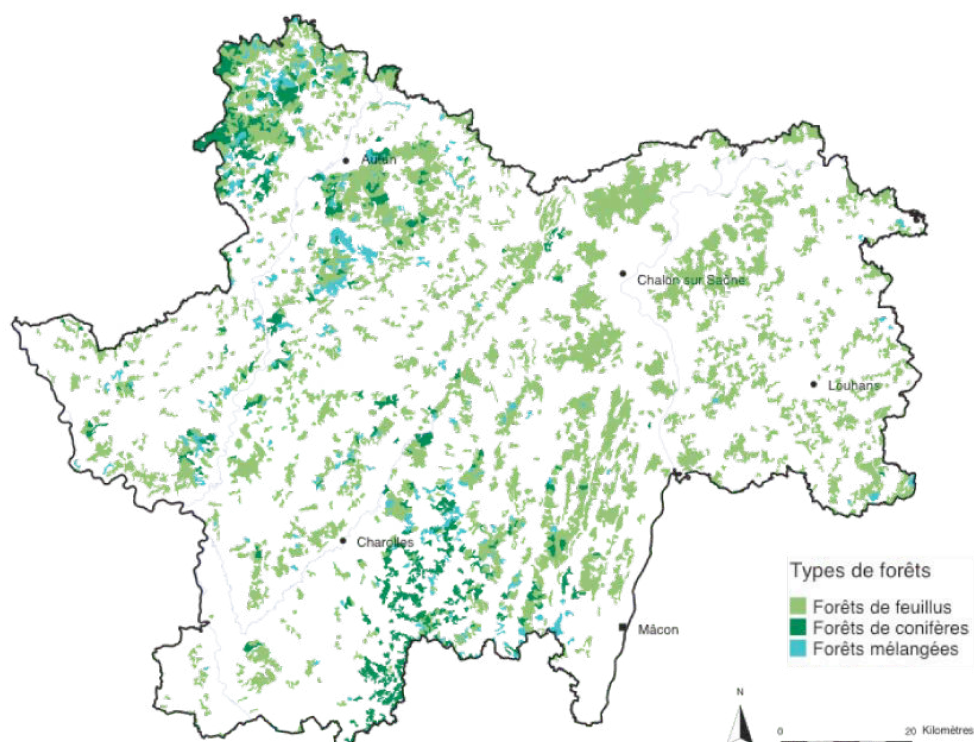


Fig. 42 Types de forêts en Saône-et-Loire, source : IFN

Une grande quantité de chênes et de douglas : principales ressources pour le bois d'œuvre

Bien que la majorité des surfaces forestières soient des forêts de feuillus, le bois d'œuvre récolté est essentiellement du bois de résineux¹⁵. En effet, les résineux ont une croissance plus rapide que les feuillus et peuvent donc être récoltés à une fréquence plus importante. C'est principalement en résineux que l'on construit aujourd'hui.

Le chêne est l'essence prédominante traditionnellement exploitée pour la construction (charpente, menuiserie, maisons à pans de bois...). Les peuplements de chêne sont les plus largement représentés en Saône-et-Loire¹⁶. Actuellement dans la construction, il est principalement utilisé en parquet et menuiseries.

Bourgogne et Saône-et-Loire sont bien placées dans la production française de douglas : les régions du Morvan, du Clunisois et les contreforts du Beaujolais ont été reboisés dans les années 1960 en douglas planté massivement. Exploitable aux environs de 40 ans, il arrive à maturité aujourd'hui¹⁷. La mécanisation de la récolte a

¹⁵ 80 % de la surface boisée en feuillus, 70% de la récolte en résineux (AGRESTE BOURGOGNE, 2008c)

¹⁶ 62 % de la surface boisée. Le chêne représente 19 % de la récolte de bois d'œuvre (Idem)

¹⁷ Le douglas représente 16 % de la surface boisée de Saône-et-Loire et 50 % de la récolte de bois d'œuvre (Idem).

permis un fort accroissement de la productivité.¹⁸ Ce qui signifie qu'une grande quantité de bois d'œuvre pour la construction sera bientôt disponible. Le douglas est une essence intéressante pour la construction car elle est naturellement résistante. Même si la récolte de bois d'œuvre a beaucoup augmenté ces dernières années du fait de l'arrivée à maturité du douglas, le niveau global de récolte ne représente que 58 % de la production¹⁹. La récolte, si elle est déjà relativement importante, ne représente donc qu'un peu plus de la moitié de l'accroissement annuel. On peut dire que la ressource en bois est abondante et disponible et pourrait être encore plus exploitée. Cependant en douglas comme en chêne, une partie de ce bois non exploité est de qualité moyenne à mauvaise en raison du milieu naturel ou de la gestion forestière. La proportion de ce type de bois grossit dans la production totale. Son exploitation n'étant pas ou peu rentable, il n'est pas toujours récolté.

« La récolte de feuillus diminue et le vieillissement des peuplements de faible valeur provoque une augmentation importante de bois sur pied de qualité secondaire qui trouvent difficilement preneur » (AGRESTE BOURGOGNE, 2009d).

Selon une étude récente (ROUSSELET, VANSTAEVEL, RUCH, 2010), il semble que pour le feuillu en Bourgogne on a presque atteint la capacité maximum de récolte de bois suffisamment accessible et ayant une assez bonne qualité pour être valorisé en bois d'œuvre. En douglas, il reste toutefois une marge réelle.

¹⁸ Le volume de douglas récolté en Bourgogne est d'environ 400 000 m³/an et devrait atteindre plus d'un million de m³/an vers 2025 (CRPF, 2011).

¹⁹ La production annuelle en Bourgogne est de 6 millions de m³, la récolte de 3,5 millions de m³ dont 1,5 millions de m³ sont valorisés en bois d'œuvre (CONSEIL ÉCONOMIQUE ET SOCIAL DE BOURGOGNE, 2001).

Une grande diversité d'essences présentes sur le territoire

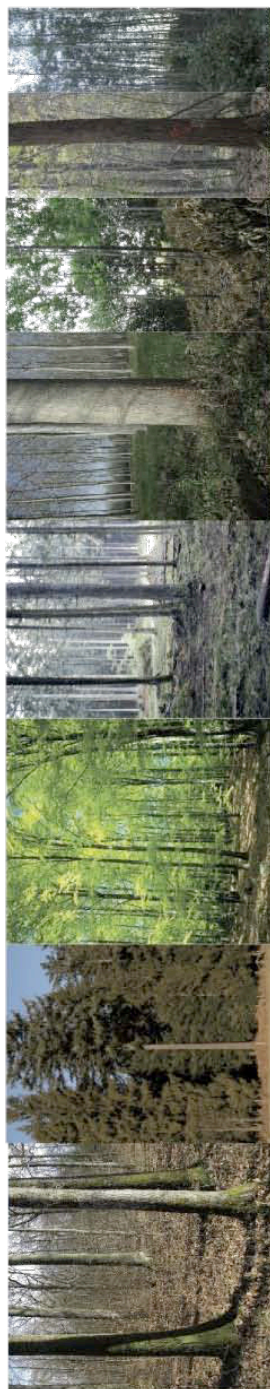
En Saône-et-Loire, comme ailleurs, la diversité du substratum géologique et du climat correspondent à une diversité des essences de bois. Ainsi,

« La Saône-et-Loire (...) a un intérêt forestier indéniable. (...) Alors que certains peuvent traiter quasiment exclusivement que certaines essences, on a la chance de pouvoir faire quasiment toutes les essences »,

selon Francis Pauquai du CRPF Saône-et-Loire (PAUQUAI, 2009). Dans la vallée de la Saône, par exemple, on peut observer des forêts, de bois tendres (saules, aulnes) dans la ripisylve, et de bois durs (chênes, ormes, frênes), plus à l'écart. Le sapin et l'épicéa²⁰, sont les principaux résineux utilisés pour la construction. Comme le douglas, leur croissance rapide permet une production importante de bois d'œuvre. Le volume de hêtre a augmenté de 20 % entre 1990 et 2003 (CONSEIL ÉCONOMIQUE ET SOCIAL DE BOURGOGNE, 2001). Le peuplier²¹ est une essence présente mais peu exploitée localement. Si les surfaces sont faibles, la productivité est au contraire très importante (*Ibid.*). La plupart de la production est exportée. Certaines de ces essences minoritaires sont aussi utilisées pour la construction.

²⁰ 4 % de la surface boisée et 18 % de la récolte de bois d'œuvre Saône-et-Loire (AGRESTE BOURGOGNE, *op. cit.*).

²¹ 7 % de la récolte de bois d'œuvre Saône-et-Loire (*Ibid.*).



SOUS-PRODUITS DE
L'EXPLOITATION FORESTIÈRE
ET DE L'INDUSTRIE

ous-produits industriels
marais, écorce, sciure et
copeaux, plaquette forestière

AUTRES FEUILLUS

(12 % de la surface boisée de Saône-et-Loire)

SAPIN et ÉPICÉA

4 % de la surface
boisée de Saône-et-Loire

HÊTRE

3 % de la surface boisée de Saône-et-Loire

DOUGLAS

16 % de la surface boisée de Saône-et-Loire

CHENE

62 % de la surface boisée de Saône-et-Loire

1 % de la récolte
de bois d'œuvre
Saône-et-Loire

Le robinier : « C'est le nouveau teck, tout le monde en recherche, mais il y a un problème de mise en valeur, pour l'instant il n'y a que des taillis. Cette essence peut se substituer à tous les meubles de jardin en ipé ou en teck, c'est un bois qui a une durabilité et une qualité technologique importante. »
F. Pauqual, CRPF Saône et Loire

7 % de la récolte
de bois d'œuvre
Saône-et-Loire

Le peuplier est une essence prédominante mais peut être exploitée localement. Si les surfaces sont faibles, la productivité est au contraire très importante. La plupart de la production est exportée. (2)

18 % de la récolte
de bois d'oeuvre
Saône-et-Loire

Le sapin et l'épicéa, sont les principaux résineux utilisés pour la construction. Comme le douglas, leur croissance rapide permet une production importante de bois d'œuvre.

2 % de la récolte
de bois d'oeuvre
Saône-et-Loire

Le hêtre, très utilisé en déroulage pour fabriquer du contreplaqué par exemple, peut également être utilisé en menuiserie et en charpente. Le volume de hêtre a augmenté de 20 % entre 1990 et 2003.⁽²⁾

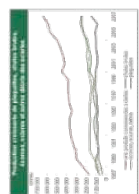
50 % de la récolte
de bois d'oeuvre de
Saône-et-Loire

Le **douglas** est une essence naturellement résistante. Bourgogne et Saône-et-Loire sont bien placées dans la production de **douglas** : les régions du Morvan, du Jura, de la Côte d'Or, de la Nièvre, de l'Yonne, de l'Auxois et du Châtillonnais ont été reboisées dans les années 1960 en **douglas** planté massivement. Exploitable aux environs de 40 ans, il arrive à maturité aujourd'hui.

19 % de la récolte
de bois d'oeuvre
Saône-et-Loire

Le **chêne** est l'essence prédominante. Il est traditionnellement exploité pour la construction (charpente, menuiserie, maisons à pans de bois...). Actuellement dans la construction, il est principalement utilisé en parquet et menuiseries.

Le hêtre, le peuplier, le châtaignier, le robinier, l'aune, le noyer, le menisier, le frêne, l'érable sycomore... sont des essences qui méritent d'être valorisées dans la construction en les utilisant de manière intelligente selon leurs qualités.



ces volumes très importants de sous-produits de l'exploitation forestière et des scieries progressent. Ils sont exploités en grande partie mais de la ressource issue des forêts est encore disponible. La collecte est en cours d'organisation.

Fig. 43 Ressources en bois en Saône-et-Loire (CHAMODOT, CLOQUET, 2010)

Un recul des surfaces agricoles : une menace pour les agro-matériaux

Comme dans le reste de la France, on assiste, dans le département, à un recul des surfaces agricoles²², entre pression urbaine et déprise agricole. L'artificialisation des sols, notamment des sols agricoles, est en expansion accélérée ces dernières années²³. Selon le rapport « Prospective, Les nouvelles ruralités en France à l'horizon 2030 » réalisé par l'INRA,

« L'expansion des zones artificialisées, qui revêt généralement un caractère irréversible, a de nombreuses incidences sur l'environnement : perte de ressources naturelles et agricoles, consommation d'espaces fragiles (prairies, littoral, zones humides...), mitage de l'espace agricole, augmentation des risques d'inondation, dégradation des paysages, fragmentation des habitats par les grandes infrastructures de transport... En particulier, l'émiettement de l'espace entrave la continuité des réseaux écologiques, qui garantissent la circulation et le développement des espèces et des habitats, et l'adaptabilité des écosystèmes aux changements environnementaux. » (IFEN, 2006, MORA, 2008, p.18).

Le sol de Saône-et-Loire est relativement peu bâti et artificialisé, comparativement au reste du territoire de France métropolitaine²⁴. Les zones cultivées ou boisées occupent une surface moins importante que sur d'autres territoires, mais les surfaces toujours en herbe sont en très grande quantité²⁵. Le vaste territoire de Saône-et-Loire dispose donc d'un important réservoir de sols encore exploitables : terrains cultivables, terrains pour l'élevage, zones boisées, exploitées ou non, zones « naturelles » pour préserver la biodiversité, zones de loisirs et également zones constructibles. Si d'apparence, la perte de surfaces agricoles s'avère globalement peu importante au regard de la ressource disponible²⁶, elle est en revanche élevée, ramenée à la population²⁷, et masque des tendances récentes préoccupantes.

²² En Saône-et-Loire, la perte de surface agricole utile entre 1990 et 2007 s'élève à environ 18000 ha, ce qui représente en moyenne 1000 ha/an (NOVAT, 2011b)

²³ Sur les 45 dernières années, la Saône-et-Loire est le département qui a le plus artificialisé de sols pour l'habitat au sein de la Bourgogne, parmi les quatre départements de Bourgogne, l'Ain et le Rhône, elle connaît la progression la plus forte ces 15 dernières années. Les espaces artificialisés sur les dix dernières années sont pour la plupart des espaces auparavant à usage agricole. Les espaces forestiers et naturels semblent peu impactés (NOVAT, 2011b)

²⁴ Sols bâtis : 0,9% en Saône-et-Loire, 1,5% en France métropolitaine - Sols artificialisés (bâtis et non bâtis) : 7,9% en Saône-et-Loire, 8,9% en France métropolitaine, Occupation du sol en 2010, INSEE

(http://www.insee.fr/fr/themes/tableau.asp?reg_id=22&ref_id=tertc01201), Source : SSP, Agreste, Teruti-Lucas

²⁵ Sols cultivés : 19,3% en Saône-et-Loire, 34,2% en France métropolitaine - Sols boisés : 26,5% en Saône-et-Loire, 31% en France métropolitaine - Surfaces toujours en herbe : 43,9 % en Saône-et-Loire, 17,2% en France métropolitaine, Occupation du sol en 2010, INSEE

(http://www.insee.fr/fr/themes/tableau.asp?reg_id=22&ref_id=tertc01201), Source : SSP, Agreste, Teruti-Lucas

²⁶ Sur les 20 dernières années, elle a perdu plus de 3% de ses surfaces dédiées à l'agriculture, soit une perte annuelle de 0,16%, contre 0,23% au niveau national (NOVAT, *op. cit.*)

²⁷ 1,8 ha/an pour 1000 habitants, contre 0,6 dans le département du Rhône et 1,3 à l'échelle de la Bourgogne (*Ibid.*)

« Globalement, le niveau de consommation d'espace en Saône-et-Loire n'entraîne pas de pénurie de foncier dans le département mais elle n'est pas sans conséquence sur le territoire notamment en terme de paysages (banalisation), d'agriculture (fragmentation des espaces agricoles, pression urbaine localement...), d'aménagement (surcoûts des réseaux, des espaces publics difficiles à gérer pour les collectivités en terme de qualité..), et de biodiversité (corridors...) »
(NOVAT, 2011b).

Hormis dans les secteurs viticoles, les terres agricoles en Saône-et-Loire sont fragiles face à la pression urbaine car le coût du foncier agricole y est bas (Idem). La vente d'une parcelle agricole à un promoteur immobilier permet à un agriculteur de s'assurer un complément de retraite facilement. La tentation est d'autant plus grande qu'il est actuellement difficile de trouver de jeunes repreneurs pour les exploitations agricoles. Si la Saône-et-Loire a toujours une surface relativement importante de terres agricoles, elle doit en conserver suffisamment pour pouvoir rester un territoire agricole majeur. La préservation des terres agricoles est un enjeu majeur du développement du territoire notamment pour l'installation de jeunes agriculteurs, une nécessité pour le maintien d'une agriculture vivante sur le territoire. Une artificialisation plus importante des terres impacterait de manière importante les ressources potentielles en matériaux biosourcés et renouvelables, comme la paille, le chanvre ou le bois.

1.2 Montage et gestion du projet

1.2.1 Un accès à un habitat de qualité de plus en plus difficile

Dans sa thèse, Mathilde Chamodot relève que le niveau de revenus de la population en Saône-et-Loire est globalement modeste. La précarité est notamment en progression dans les espaces ruraux et touche particulièrement les personnes âgées et les jeunes. Même dans les zones les moins tendues, différentes catégories de populations à faible revenu ou à revenu moyen rencontrent des difficultés pour se loger, que ce soit pour l'accès à la propriété ou à la location. Produire du logement accessible économiquement est donc un enjeu essentiel.

1.2.2 Répondre aux besoins en logement de manière localisée

Les enjeux en termes d'habitat, valables pour l'ensemble du département, se déclinent avec des intensités et des aspects divers selon les zones. Dans sa thèse, Mathilde Chamodot détaille, bassin de vie par bassin de vie, les enjeux prioritaires. Cela est une base pour mener des politiques de l'habitat territorialisées.

1.2.3 La question des normes et des procédures

1.2.3.1 *Des freins à l'innovation architecturale*

Une évolution dans le domaine de l'habitat implique un autre regard sur les procédures et les normes qui régissent actuellement la production du logement. Dans sa thèse, Mathilde Chamodot aborde la question des normes, procédures et réglementations qui constituent des freins à l'innovation architecturale : règlements d'urbanisme, réglementations relatives aux personnes handicapées.

1.2.3.2 *Des freins au développement de l'innovation locale*

Marchés publics : une procédure d'appel d'offres qui ne favorise pas le développement local

La procédure des appels d'offres pour le marché public a été instaurée afin de mettre en concurrence les entreprises dans un souci d'équité. Dans les faits, cette procédure, qui privilégie la plupart du temps le « moins disant » plutôt que « le mieux disant », amène à des dérives. C'est souvent le prix qui désigne l'entreprise, alors que la politique pourrait être celle de choisir l'entreprise qui a la meilleure réponse sociale, c'est-à-dire qui produira le plus d'heures de travail localement, ou qui traitera le mieux l'insertion, la qualification, la transmission des savoirs. Le recours à des artisans ou petites entreprises locaux n'est pas privilégié par la pratique actuelle. Les collectivités devraient pourtant favoriser les savoir-faire locaux afin de soutenir l'économie locale. En avantageant les grosses entreprises, elles ne favorisent pas non plus l'innovation constructive, ni les matériaux et savoir-

faire locaux, dont le bilan énergétique est pourtant plus faible que les matériaux produits industriellement et utilisés fréquemment.

« Il en va de même du code des marchés publics, qui définit des règles d'achat public. S'il a été édicté pour protéger de la corruption, c'est bien. Mais si son application entraîne des dérives bureaucratiques qui interdisent la commande d'un ouvrage de qualité à des artisans ou de petites entreprises locales connues, alors il n'atteint pas son objectif d'un juste investissement public. (...) Chaque projet doit être confronté au code et le code au projet : si le code des marchés publics n'est pas bon, il faut le faire évoluer, si certains articles du code ne sont pas applicables, il faut les retirer »,

soutient Patrick Bouchain (BOUCHAIN, 2006). Frédéric Bonnet et Guillaume Clément vont dans le même sens :

« La bonne qualité constructive (...) déroge bien souvent au cadre très étroit de la loi sur les marchés publics, qui, en ne prenant pas en compte l'impact environnemental, ne permet pas de favoriser les ressources locales, les savoir-faire expérimentaux ou les matériaux à faible coût énergétique, et privilégie de fait les grandes logiques industrielles. Cela ne va pas dans le sens de l'économie : ce n'est pas en sollicitant de grands groupes qui entretiennent savamment un coût de revient élevé que l'on va faire baisser les prix. Il faut donc s'interroger sur la prise en compte, dans les mises en concurrence, du coût global des matériaux et y inclure un « volet environnemental ». Ce coût doit intégrer l'impact du recours aux savoir-faire de proximité, créateur d'emplois dans des régions qui auront peut-être alors moins besoin de fonds structurels pour se maintenir en vie »

(BONNET, CLÉMENT, 2008).

L'UNICEM pointe la procédure d'appel d'offre des marchés publics

Les professionnels de l'union nationale des industries de carrières et matériaux de construction (UNICEM) pointent la procédure d'appel d'offre des marchés et cherchent à faire en sorte qu'elle soit modifiée afin que soient privilégiés les matériaux locaux.

« Les critères de coût ne sont plus aujourd'hui suffisants pour appréhender correctement la valeur d'une offre, notamment au regard des préoccupations environnementales, sanitaires et sociales. Si nous voulons continuer à promouvoir un modèle économique respectueux à la fois de l'individu et de l'environnement, il est indispensable d'en tenir compte dans les critères de choix des marchés notamment publics. La mise en place d'un appel d'offre pertinent suppose donc de définir rigoureusement les critères en termes de « similarité des matériaux » et d'en introduire de nouveaux relatifs aux valeurs sociales, environnementales et, dans le cas de la pierre naturelle, culturelles et patrimoniales [...]. De même, la mise en œuvre dans les marchés d'un appel d'offres spécifique à la fourniture des produits (distinct de la mise en œuvre) permettrait de limiter le recours par l'entreprise générale à des pierres dites « équivalentes ou similaires » dont la seule qualité est d'être moins coûteuses et donc plus rentables pour elle. » (UNICEM, 2009)

L'appel d'offre public freine le travail collaboratif

La procédure d'appel d'offres empêche un travail collaboratif avec l'entreprise de construction en amont du projet. L'architecte a le droit de consulter un artisan pour la conception d'éléments spécifiques. Mais le système des appels d'offre fait que l'entreprise qui a travaillé sur le projet en amont ne sera pas forcément choisie pour la réalisation. La participation d'un artisan à la conception et à la réalisation peut pourtant s'avérer intéressante pour la mise au point d'un système constructif qui correspond aux réalités du chantier et des équipements disponibles. Lorsqu'architectes et entreprises peuvent travailler ensemble dès les premières esquisses, le projet bénéficie à la fois de l'expérience de l'entreprise et de la vision globale du projet de l'architecte pour une recherche de solutions les plus adaptées, de solutions optimisées en terme de quantité de matière ou de temps de chantier par exemple, ce qui permet de diminuer les coûts. *« C'est certain que l'appel d'offre du marché public plombe le prix. Tout ce que nous avons pu faire en bois d'un peu intéressant, c'est parce qu'on a pu travailler avec les charpentiers avant »*, témoigne Marc Dauber (DAUBER, 2009a).

L'assurance

Les questions de responsabilité professionnelle et d'assurance incitent chacun des acteurs de la production de l'habitat à se protéger, ce qui amène à un système lourd et complexe.

« Il y a toute une série de normes qui sont liées aux responsabilités professionnelles. Dès que vous intervenez dans le cadre de la production du logement en tant que professionnel, promoteur, architecte responsable d'entreprise ou fabricant, vous devez être conforme aux normes, DTU, etc. Tout doit être garanti évidemment, tandis que quand vous sortez de ce système là, beaucoup de choses deviennent possibles » (GRUET, 2011).

Le système des assurances, en particulier avec l'assurance décennale, est un frein important aux solutions constructives et aux pratiques nouvelles.

« Le système de défiance français dans le bâtiment est dû notamment à l'assurance décennale, très rare en Europe où l'on considère l'entreprise comme responsable. La seule justification de la décennale est la terreur du dépôt de bilan, ce qui fait ressortir en creux le véritable problème : la compétence et la rémunération de ceux qui réalisent les bâtiments. Au lieu d'une confiance de « 1^{er} rang », on a préféré une garantie de « 2^{ème} rang ». Mais même les assureurs reconnaissent aujourd'hui que ce système est arrivé à ses limites. Les effets pervers sont bien connus : outre la déqualification des compagnons et la piètre qualité des réalisations, c'est la résistance aux innovations, aux techniques nouvelles que ces pratiques favorisent. Le parapluie des assurances s'interpose partout » (CHARIGNON, 2008).

Beaucoup de constructeurs et de maîtres d'ouvrage choisissent de s'en tenir à un savoir-faire maîtrisé. Utiliser des techniques de construction ou des matériaux non certifiés implique d'assurer lourdement le risque et, par conséquent, peut peser sur le coût final. Les entreprises qui acceptent de « prendre des risques » facturent souvent un surcoût pour se protéger. Mais, comme l'indiquent F. Bonnet et C. Guillaume,

« Notre rapport à l'assurance changera vraisemblablement : le risque principal réside dorénavant dans l'épuisement des ressources et les tensions sociales liées à une ville insuffisamment équilibrée » (BONNET, CLÉMENT, op. cit.).

Les normes

La construction, en France, est régie par des normes sur l'utilisation des matériaux et les modes de mise en œuvre. Elles donnent confiance aux bureaux de contrôle et, par la suite, aux compagnies d'assurances car elles correspondent à des standards de constructions génériques validés et éprouvés qui permettent de garantir la fiabilité de l'ouvrage. Cela influence par conséquent la question des assurances de la construction, du maître d'œuvre et de l'artisan. Bien qu'elles ne soient pas des législations, ces normes ont une influence non négligeable sur l'ensemble des pratiques du monde de la construction. Elles peuvent néanmoins constituer un frein à l'innovation dans le domaine des matériaux non standard ainsi que pour l'utilisation des matériaux locaux même si la reconnaissance des techniques de mise en œuvre non industrielles par les organismes certificateurs, est en train d'évoluer. Certains modes de certification favorisent les entreprises industrielles qui ont les moyens d'engager les études nécessaires pour la certification de produits, alors qu'il est difficile aux artisans, aux petites entreprises ou aux filières peu organisées, de les obtenir, faute de moyen en temps et en expertise. Afin d'être utilisés en marchés publics, les écomatériaux ainsi que les savoir-faire associés ont un handicap pour être reconnus par les assurances. Cette certification des matériaux produits en petites quantités ou produits très localement est en effet très difficile. Les règles professionnelles peuvent être une solution qui répond bien aux caractéristiques des matériaux qui demandent principalement des savoir-faire artisanaux. De telles règles ont d'ores et déjà été mises en place pour les filières chanvre et paille. De l'échelle française à l'échelle d'un territoire comme le Morvan, on observe une mise en réseau des artisans pour accéder à des services, des certifications ou des technologies pour lesquelles les investissements sont trop lourds pour être faits individuellement.

L'association faCE, un marquage CE pour les menuisiers artisanaux

L'association Artisans Bois Morvan, a été créée par des artisans pour le développement de la filière bois morvandelle, soutenus par le Parc Naturel Régional du Morvan et Aprovalbois, l'interprofession bois de Bourgogne. Elle a permis à huit scieries artisanales de ce massif de s'associer pour suivre la formation et obtenir l'audit d'agrément, avant la plupart des scieries françaises, leur permettant de proposer des bois de charpente conformes aux normes européennes (marquage CE) classés (visuellement) selon leur résistance mécanique.

L'association faCE (fabrications artisanales Conformes aux Exigences), a été fondée par des artisans menuisiers à l'échelle nationale. L'objectif principal de cette association indépendante de professionnels est de permettre aux artisans qui fabriquent leurs produits d'obtenir un marquage CE et une justification officielle des performances des menuiseries extérieures. Ces certifications qui représentent un investissement trop lourd en essais et en ingénierie pour des artisans, n'étaient

accessibles qu'aux industriels. La mutualisation des financements avec les fabricants des éléments de fenêtres (bois, verre, outillage, quincaillerie, joints...), et en association avec le FCBA, a permis de concevoir un modèle de menuiserie et de réaliser les tests de performance. Les artisans adhérant à l'association peuvent fabriquer ce modèle et ainsi répondre aux exigences des assurances et obtenir l'éligibilité au crédit d'impôt.

La réglementation thermique induit des surcoûts à court terme

La mise en place d'une réglementation thermique de plus en plus stricte pour la construction neuve et la réhabilitation induit également une augmentation des coûts de construction. Plusieurs architectes interrogés ont souligné que, bien que les objectifs de ces réglementations soient pertinents, les calculs réglementaires ne sont pas toujours « *intelligents* ». Pour le calcul de la réglementation thermique (RT) 2012 par exemple, seule la consommation énergétique est prise en compte. Des paramètres comme l'énergie grise, le choix des matériaux, le développement local, qui ont pourtant des conséquences notables, ne sont pas intégrés. Certains dispositifs bioclimatiques, pourtant efficaces et économiques, ne sont pas pris en compte. Pour certains, il vaudrait mieux valoriser le résultat, qui actuellement est rarement vérifié et confronté au calcul théorique une fois le projet réalisé, et laisser les équipes de conception libres de définir leur stratégie thermique. En effet, la stratégie thermique d'un édifice doit suivre une certaine cohérence qui dépend à la fois du site où il s'implante, des utilisateurs, de l'usage qui est prévu, de la logique architecturale, de la stratégie économique. Elle peut donc être différente pour chaque projet et ne peut pas suivre de « recette ». Ces réglementations imposent toutefois un inévitable surcoût, par exemple pour le renforcement de l'isolation qui signifie plus de matière, donc plus de dépenses. Cependant, en ayant une vision à plus long terme, on se rend compte que cet investissement un peu plus important au départ peut permettre une réelle économie. Il faut raisonner en coût global de l'habitat pour jauger l'impact économique finalement provoqué par une amélioration énergétique de l'habitat.

1.2.4 Le financement du logement social, un point de blocage crucial

Il semble difficile de faire du logement économique en dehors du système du logement social qui offre des avantages importants. Toutefois, faire venir des opérateurs du logement social dans les zones rurales est particulièrement complexe. Il est donc indispensable de trouver des alternatives pour compléter la production classique de logements sociaux, afin de répondre aux besoins de tous, sur l'ensemble du territoire. Accession à la propriété ou location ? Le statut d'occupation est une question essentielle pour garantir aux personnes à faible revenu l'accès et le maintien dans un logement de qualité.

1.3 Conception

1.3.1 Une étape déterminante

Dans sa thèse, Mathilde Chamodot observe que produire un logement de qualité avec un budget serré nécessite, de la part des architectes, un investissement plus grand dans la conception. Une bonne conception du projet permet une meilleure optimisation des moyens pour les étapes de la construction et du fonctionnement, ce qui peut diminuer de manière non négligeable le coût global du logement.

1.3.2 L’implantation et l’organisation des bâtiments

En Saône-et-Loire, on observe une certaine diversité dans les typologies d’habitat rural traditionnel, selon les bassins de vie. La plupart de ces typologies ont un intérêt du fait de leur adaptation à la fois au site dans lequel elles s’implantent et aux usages auxquels elles sont destinées. Ces caractéristiques sont à réinterpréter dans la conception de l’habitat contemporain, en accord avec les modes de vie actuels : une implantation qui exploite les potentialités du site, une compacité pour minimiser le coût et l’impact écologique, une forme urbaine et une densité adaptées au contexte urbain ou rural.

1.3.3 L’organisation du logement

Si la tendance démographique est à la stagnation de la population, le besoin en nombre de logements reste réellement croissant, en raison des mutations de la société. Les modes de vie qui changent, le vieillissement de la population, les besoins spécifiques des jeunes, le désir de campagne, les nouvelles manières de travailler : ces évolutions affectent directement le logement et nécessitent une réinterrogation des modèles prégnants. En Saône-et-Loire, Mathilde Chamodot constate que les enjeux sont davantage d’ordre qualitatif que quantitatif. Le parc de logements, principalement constitué de grandes maisons individuelles énergivores, doit être diversifié et amélioré pour mieux répondre aux besoins actuels et spécifiques au territoire.

1.3.4 La dimension constructive et le choix des matériaux

1.3.4.1 Le choix du système constructif impacte fortement l'économie du projet

La dimension constructive, dès les premières phases de conception, est un élément majeur d'économie du projet. Lorsque dès l'amont, l'aspect constructif du bâtiment est pensé dans l'optique de la réalisation, cela peut permettre de maîtriser plus facilement les coûts de construction.

Plus la structure conçue sera rationnelle, et plus elle pourra être économique, sans empêcher de faire preuve de créativité architecturale et sans renoncer à la qualité.

« La rationalisation de la construction participe à l'abaissement des coûts de construction, sans être toujours synonyme d'appauvrissement architectural ni de diminution de la qualité des espaces, au contraire »
(PAVILLON DE L'ARSENAL, 2010b, p.27).

Pour cela, les concepteurs peuvent rationaliser le dessin : structure répétitive, dimensionnée pour éviter les chutes, basée sur une trame régulière par exemple. Ils peuvent également réduire le nombre d'éléments constitutifs, imaginer des assemblages simples, se baser sur des éléments de construction standardisés existant dans le commerce. Selon Baptiste Segretain, économiste de la construction,

« les postes déterminants à maîtriser pour construire de façon économique sont sans conteste, ce que nous appelons le « clos couvert », ce qui assure la stabilité et la protection du bâtiment contre les intempéries, c'est-à-dire le gros œuvre, la charpente, la couverture et la menuiserie. Si ces quatre lots sont financièrement maîtrisés, le plus important est assuré car ce n'est pas sur les autres lots – plomberie, électricité, revêtements... - que l'on obtiendra les différences les plus significatives » (DARMON, 2007b, p.11).

L'étude comparative des coûts de construction dans trois pays européens (PUCA, ALCIMED, 2011), confirme que le choix de systèmes constructifs économiques pour le gros œuvre aura un impact important sur l'économie globale du projet. C'est donc bien en travaillant sur la conception de l'aspect structurel du bâtiment que l'on pourra réduire les coûts de construction.

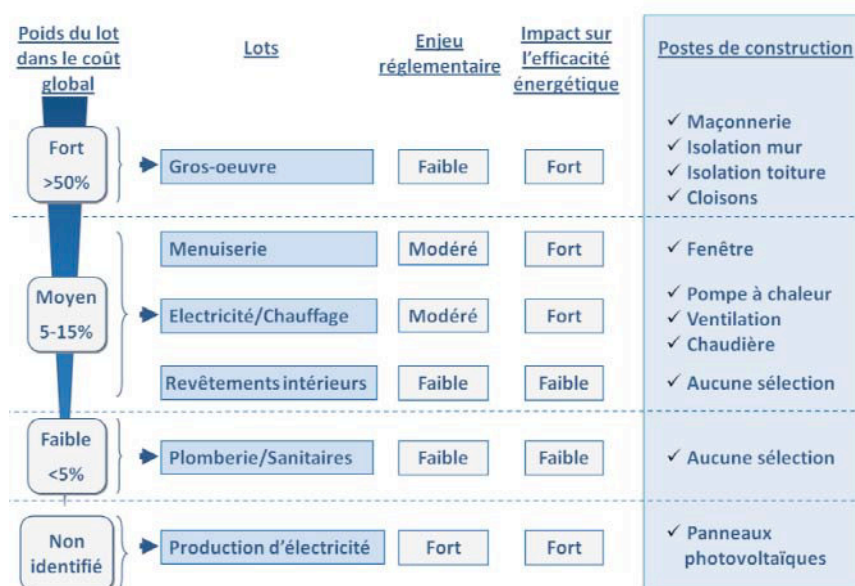


Fig. 44 Impact des différents lots dans le coût global de construction (Ibid.)

Chaque choix technique a des conséquences économiques. Par exemple, « une façade vitrée posée devant une ossature préfabriquée coûtera moins cher qu'un mur percé en béton coulé » (ANNE LACATON, JEAN-PHILIPPE VASSAL, 2011a), expliquent Anne Lacaton et Jean-Philippe Vassal. Plus loin va la conception, mieux le chantier est préparé, et plus la réalisation pourra être efficace et rapide, et donc économique. Les concepteurs pensent aussi la manière dont le projet va être construit bien en amont : ordre d'intervention des entreprises, matériel de levage nécessaire, etc., afin que le chantier se déroule dans les meilleures conditions et dans les meilleurs délais afin de réaliser des économies.

1.3.4.2 Le rôle de l'architecte pour le choix des matériaux, le conseil aux maîtres d'ouvrage et la mise en place des filières

Le choix des matériaux pour la construction d'un ouvrage est dévolu à l'architecte. Il peut concevoir un ouvrage avec n'importe quel matériau. Dans l'idéal, ce choix devrait se faire dans l'intérêt général au-delà des pressions économiques, des intérêts financiers et de l'influence des producteurs de matériaux en amont du projet.

Mais sans connaissance propre des enjeux environnementaux, sans maître d'ouvrage volontaire, ouvert à la nouveauté et aux alternatives, sans filière existante et organisée ni savoir-faire présents, sans ingénieurs ouverts et sans un cadre réglementaire et d'assurance compatible, il sera difficile à l'architecte de prescrire des matériaux autres que ceux utilisés majoritairement, comme le sont notamment les écomatériaux locaux. Baptiste Segretain rappelle que : « l'architecte est tributaire des entreprises implantées dans sa zone géographique d'intervention » (DARMON, *op. cit.*, p.11).

Le contexte technico-économique, influence donc énormément le choix, qui de ce fait, au final n'est pas toujours le plus approprié. Le rôle social et politique de l'architecte s'ajoute donc à son rôle de technicien au moment du choix des matériaux. Ce choix peut avoir une influence sur le système productif global du logement, sur la présence de telle ou telle filière de production de matériaux ainsi que sur les emplois et savoir-faire associés et bien plus largement sur les écosystèmes et l'économie des ressources. L'architecte peut être acteur de la filière qu'il promeut en aidant à la faire connaître, en conseillant et en informant sur les possibilités offertes par les matériaux aux maîtres d'ouvrage et aux artisans. Mieux encore s'il s'intéresse à la matière, en amont de sa transformation en matériau. Le lancement d'une nouvelle filière de construction peut être une conséquence d'un choix écologique mais aussi répondre à une demande sociale et politique de développement de territoire. Les considérations techniques et esthétiques ne sont pas les seules dans la désignation d'un matériau. Les dimensions écologique et sociale sont importantes afin de faire réellement un choix écoresponsable.

L'architecte Gilles Perraudin, par exemple, choisit les matériaux en fonction des ressources locales présentes dans le sol. Il explique :

« je ne prémédite jamais ce que je vais faire, les choses viennent à chaque fois, en fonction des matières dont je dispose, de celles qui sont disponibles sur le site... C'est la pierre dans le sud, le bois en Allemagne, la terre dans la région lyonnaise, la brique en région parisienne... C'est aussi la rencontre avec un site, un climat, un programme... » (PERRAUDIN, 2001a, p.193).

Il s'agit donc d'un choix a priori simple que de vouloir construire avec le matériau local. Mais il s'avère que la faisabilité de ce choix ainsi que les conséquences de celui-ci dépassent le côté technique et dépendent de la culture constructive des acteurs du territoire. Aujourd'hui Gilles Perraudin utilise principalement la pierre et cherche à faire reconnaître celle-ci auprès des autres architectes, du grand public et bien entendu des maîtres d'ouvrage.

1.4 Construction

1.4.1 L'impact du coût de la matière et de sa mise en œuvre

Les coûts de construction sont fortement influencés par les choix effectués lors de la conception : volume du bâtiment, implantation, mais aussi par le choix des matériaux et du mode de mise en œuvre, qui nécessiteront plus ou moins de quantité de matière et de temps de mise en œuvre. Si l'architecte a pu jusque là maîtriser les paramètres du coût de l'habitat, d'autres facteurs indirects qu'il est difficile de maîtriser apparaissent à cette étape, liés à la hausse des prix des matériaux, de l'énergie, au coût de la main-d'œuvre, aux lois du marché, aux lobbies, à l'organisation des différentes filières de construction présentes sur le territoire, etc. Ces dernières années, on observe une augmentation générale des coûts de construction. Ces coûts se répartissent en coûts de matériaux et coûts de main d'œuvre.

1.4.1.1 *Un coût de matière fortement lié au coût de l'énergie et à l'économie de marché*

Un coût en grande partie fixé par le marché

Le coût des matériaux devrait logiquement être issu de la somme des coûts des différentes opérations nécessaires à les rendre disponibles et utilisables pour la construction : extraction de la matière première, transport, transformation, distribution. Cependant, on constate qu'actuellement en France, le prix final (à l'achat) n'est pas directement corrélé au travail fourni. En effet, ce coût dépend majoritairement de l'économie de marché. En ces temps de crise économique due à une économie spéculative qui prend le pas sur l'économie réelle, on ne peut qu'admettre que les coûts des matières premières sont fluctuants et très peu prédictibles. Le marché mondial produit des hausses et des baisses de prix selon l'offre et la demande, et, comme on peut le constater, aussi selon les intérêts financiers de certains grands groupes. L'augmentation du coût de l'énergie ainsi que la diminution des ressources influent directement sur le coût des matières premières.

Un prix de l'énergie sous-estimé qui minimise l'impact du coût du transport

Le coût des matériaux est fortement dépendant de la baisse ou de l'augmentation du coût de l'énergie²⁸, en particulier de celui du pétrole. La dépendance au pétrole est valable pour toute matière première du fait de l'utilisation de machines d'extraction et de transport. Le transport, dans le coût des matériaux, dépend de la distance parcourue entre les lieux d'extraction, de transformation, de distribution et de

²⁸ Comparaison des cours des matières premières (acier, bois entre autre) avec le cours du pétrole sur le site internet de l'INSEE (mise-à-jour mensuelle)

chantier, et du moyen de transport. Le coût de ce transport est proportionnel au coût du carburant consommé. Dans le cas de produits lourds, comme la brique, le transport devient une source de surcoût.

« La brique est un matériau qui voyage peu facilement en fonction de son poids. Au delà de 300 km le coût devient trop important pour que l'industrie dégage quelque bénéfices »
(PUCA, ALCIMED, *op. cit.*, p.19).

D'autres produits légers, comme le bois, voyagent facilement, le coût du transport impactant peu le coût final. Dans certaines zones de production de matériaux à l'étranger, le coût d'extraction et de main d'œuvre peut être moins élevé qu'en Europe et cela conduit à des déplacements de matériaux autour de la planète. Ces déplacements répondent aux logiques actuelles de marché mondial et aux positionnement des entreprises (privilégiant luxe, export, ou local). Avec la hausse du prix de l'énergie fossile, on peut toutefois imaginer des changements à l'avenir.

Transformation de la matière : du temps de travail et de l'énergie

Les opérations de transformation de la matière première influencent aussi le prix des matériaux. Les coûts d'extraction et de transformation dépendent du matériel et des infrastructures indispensables à leur fabrication. Selon le matériau, le procédé de transformation demandera une quantité d'énergie variable, et un niveau d'équipement plus ou moins conséquent. L'acier, par exemple, doit être chauffé à une température telle qu'une grande quantité d'énergie doit être dépensée. Il demande à être produit dans des complexes industriels importants²⁹. En comparaison, le sciage du bois demande très peu d'énergie et moins d'équipement, en revanche, les unités de sciage peuvent varier du très artisanal, avec une production réduite, au très industriel. Le coût de transformation d'un matériau sciage, rabotage, traitement pour le bois) peut être dilué dans son volume de production ou selon la méthode de production (artisanale / industrielle et mécanisée avec peu de main d'œuvre). L'effet de production en série d'un matériau par une industrie permet d'en minimiser le coût. Cela oblige à produire beaucoup afin de rentabiliser tout le processus industriel. Cela explique que certains matériaux, pourtant peu transformés et transportés, sont plus chers que d'autres matériaux très transformés mais produits industriellement.

²⁹ Visites des aciéries d'Ugine et de Fosse Sur Mer dans le cadre du Master Architecture et Cultures Constructives (2004/2006) ENSAG.

1.4.1.2 La mise en œuvre, une part importante du coût de l'habitat

Selon les participants au projet Housing Platform, « *le prix des matériaux ne serait pas le facteur déterminant, mais leur mise en œuvre serait bien plus importante* » (PAVILLON DE L'ARSENAL, 2009a, p.36). Or le choix d'un matériau implique forcément un mode de mise en œuvre plus ou moins économique.

« La part de la main-d'œuvre sera moins importante pour l'analyse du prix du béton banché car le système ne demande qu'un homme pour effectuer le processus. A l'inverse, la pose d'un mur en briques demande plusieurs personnes à chaque étage »
(PUCA, ALCIMED, *op. cit.*).

Rendre la mise en œuvre simple et rapide permet de faire des économies de temps de main d'œuvre et donc de diminuer le coût de la construction. Selon une étude réalisée sur le coût de construction de 2 302 opérations (35 028 logements) dans huit départements français, les coûts de main d'œuvre s'élèveraient en moyenne à plus de 43% du coût total (THORNTON, 2009). Le coût de la main d'œuvre dépend du coût du travail, du nombre de personnes qui travaillent et du temps de mise en œuvre. Le coût du travail, en France comme dans la plupart des pays dits « développés », est relativement élevé si on le compare au coût du travail dans les pays dits « émergents », car il est soumis à d'importantes charges sociales. Dans ce cadre, la recherche de rentabilité pousse les entreprises du bâtiment à diminuer les coûts de main d'œuvre en réduisant le plus possible le temps de construction avec des systèmes constructifs rapides, mécanisés, ou en privilégiant des systèmes constructifs qui ne nécessitent pas de main d'œuvre qualifiée.

Une variation du coût de main d'œuvre due à la conjoncture économique

On observe, ces dernières années, dans une grande partie du territoire français, un renchérissement de la main d'œuvre. Selon Françoise Arnold,

« La fourchette des prix pratiqués par les entreprises évolue selon différents paramètres

- Ils sont liés à la conjoncture économique : en période de crise, les prix sont plus bas, quelquefois inférieurs à ceux pratiqués précédemment. Ils remontent ensuite lorsque la situation économique redevient plus favorable, mais toujours avec un décalage de temps.

- Ils dépendent de l'implantation géographique de l'opération »
(ARNOLD, 2005, p.17-18).

Il semble que récemment, le recours aux entreprises ait été de plus en plus difficile à cause d'un marché tendu avec des problèmes d'effectifs, de recrutement, de formation.

« La plupart des appels d'offres sont aujourd'hui infructueux ; dans certains corps d'état, il n'y a plus de réponses et c'est encore une source d'allongement considérable des délais de réalisation »

(BERNARD PARIS, CHESSA, 2008),

souligne Bernard Paris. Les participants à Housing Platform vont dans le même sens :

« il existe un déficit de main d'œuvre dans les lots techniques avec un manque de plombiers, d'électriciens, de serruriers pour les rampes et les garde-corps, ce qui contribue à renchérir les prix. »

(PAVILLON DE L'ARSENAL, *op. cit.* , p.21).

Par ailleurs, la conjoncture économique actuelle annonce une crise du secteur de la construction.

1.4.2 L'organisation des entreprises

1.4.2.1 Productivité des entreprises

Dans l'ouvrage « Le logement collectif », Françoise Arnold dénonce la

« société d'économie libérale où la vocation des entreprises est uniquement de gagner de l'argent, ce qui ne va pas dans le sens de l'abaissement des coûts » (ARNOLD, op. cit. , p.17).

Si la société actuelle est effectivement très tournée vers la notion de profit, les entreprises ne sont pas toutes des machines à produire de l'argent. Elles peuvent jouer un rôle majeur pour rendre l'habitat accessible financièrement. Le coût de main d'œuvre peut être réduit lorsque le temps de travail pour construire un bâtiment est réduit : il s'agit de construire plus vite pour construire moins cher. Pour cela le travail doit être bien organisé afin d'être optimisé, sans toutefois nuire à la qualité d'exécution, ce qui occasionnerait des surcoûts. Ainsi, le coût de production est associé à la productivité de l'entreprise, qui doit savoir rationaliser son activité et mettre en œuvre un savoir-faire maîtrisé pour pouvoir produire de manière abordable tout en ayant une viabilité économique. La productivité d'une entreprise peut s'appréhender à différentes échelles d'entreprises et concerner toutes les étapes de la production, de la stratégie d'achat de matière première, à la gestion des stocks, en passant par la gestion des plannings, du personnel, etc. La stratégie d'achat de l'entreprise, par exemple,

« peut, ou non, permettre de bénéficier de meilleurs prix. Si elle se contente de ne fonctionner qu'au coup par coup, elle n'aura aucune remise. En revanche, si elle anticipe en passant de grosses commandes, cela deviendra intéressant. » (DARMON, op. cit. , p.11).

La phase de production a, bien sûr, une incidence importante. Martin Pointet, cofondateur de la SCOP Caracol, spécialisée dans la maçonnerie terre témoigne.

« On a quand même des économies quand on travaille sur du grand. Si on travaille sur des systèmes qu'on peut reproduire, on va pouvoir un peu plus mécaniser. Quand on est sur l'échelle d'une maison individuelle on va travailler d'une façon plus artisanale, donc plus de main d'œuvre, donc ça va coûter plus cher. Sur une opération plus grande, sur 8 logements par exemple, quand on fait un mur en béton

d'argile, on va travailler en centrale à béton, avec la toupie qui arrive, plutôt qu'à la bétonnière, donc le prix au mètre cube du produit baisse, car on va le poser beaucoup plus rapidement. Donc on a des économies d'échelles qui sont importantes dans le bâtiment. Après il suffit de le penser. Si on fait quelque chose de grand, ne pas faire un peu de ci un peu de ça. Si on est un peu systématique, si on a une logique constructive, on a des économies d'échelles qui sont importantes. (...) Un entrepreneur ne va pas faire le même coût au mètre carré si c'est cent mètres carré de façades ou mille mètres carré. Il sait qu'il a six mois de boulot, et il arrive à baisser les coûts. » (POINTET, 2011)

Certaines entreprises ont la capacité d'investir dans des outils de production onéreux qui s'avèrent rentables à partir d'un certain volume produit. Dans l'ouvrage « Archi pas chère 2 », l'économiste Baptiste Segretain montre par exemple la possibilité qu'offrent les nouvelles machines de taille du bois numériques pour la préfabrication d'éléments de construction. Selon lui, pour réduire les coûts de construction, il faut

« en premier lieu travailler avec de « bonnes » entreprises, celles qui ont une méthodologie et une approche économique de leur activité. Prenons le cas d'une maison à ossature bois : il est indispensable que le charpentier retenu soit équipé d'un matériel permettant d'usiner les éléments de façon performante, qu'il dispose donc de machines à commandes numériques et de logiciels permettant de traduire le plan de l'architecte en plan de fabrication, d'obtenir la liste des bois nécessaires et leurs métrés, puis de transférer ces données aux machines de coupes. En procédant ainsi, on gagne énormément en productivité et par conséquent en coûts de fabrication »
(DARMON, *op. cit.*, p.10).

Même sans machine sophistiquée, un charpentier peut améliorer sa productivité, en préfabriquant dans son atelier, par exemple. Chaque entreprise peut essayer d'optimiser son travail à son échelle et avec ses moyens, en analysant et rationalisant son fonctionnement.

1.4.2.2 Consultation des Entreprises

Lors de la phase de consultation des entreprises, le choix de la taille et du nombre de lots est important. Les participants au projet « Housing Platform » (PAVILLON DE L'ARSENAL, *op. cit.*, p.31-32) se posent la question suivante : est il plus économique de construire avec des corps d'état séparés ou avec une entreprise générale ? Les avis sont partagés. Selon Philippe Marchal, *« un des facteurs de réussite a été de traiter en entreprise générale plutôt qu'en corps d'état séparés pour bénéficier de prix de gros que seule une grande entreprise est en mesure d'obtenir »*. Nicolas Michelin apporte un témoignage qui va dans le sens des corps d'état séparés : *« La solution entreprise générale rassure le promoteur, mais on serait sorti beaucoup moins cher si le promoteur nous avait laissé négocier avec les entreprises »*. D'un côté, limiter le nombre d'intervenants en évitant de trop diviser les lots simplifie la gestion du chantier et facilite les tâches du maître d'ouvrage et du maître d'œuvre. En ce qui concerne les délais, selon Bernard Chargelegue, ceux *« des entreprises en lots séparés ne sont pas plus courts que ceux des entreprises générales. Au contraire, il arrive que le manque de qualification entraîne parfois un an de retard sur le chantier, ce qui est un gros facteur de surcoût. »*

Enfin, le jeu de la concurrence peut fausser les prix. *« Pour contrer l'impact des quatre majors français sur les coûts de construction, Pascal Gerasimo a fait venir des entreprises outsiders pour concurrencer le marché local, ce qui a révélé des distorsions de coûts de construction de 20 à 30 % »*. (PAVILLON DE L'ARSENAL, *op. cit.*)

1.4.2.3 Gestion des chantiers

L'organisation de la phase de chantier est, elle aussi, déterminante si l'on veut limiter les coûts de main d'œuvre.

« Les principales raisons pour lesquelles les réalisations de bâtiment subissent délais et coûts trop élevés tiennent à l'inefficacité logistique, à l'atomisation des tâches et aux conditions météorologiques fluctuantes. Organiser le travail successif ou simultané de multiples corps de métiers engendre des contretemps permanents. Interrompre un chantier lorsqu'il pleut ou gèle impose des retards imprévus et a un impact sur les coûts et la qualité » (CLAIREFOND, 2011),

explique Éric Clairefond. Un chantier optimisé pour être le plus court possible, nécessite une bonne préparation pour un déroulement cohérent. Un travail poussé sur le planning peut par exemple permettre une optimisation de l'intervention des

différents corps de métiers sur le chantier. Ces interventions étant interdépendantes, cette tâche n'est pas toujours simple mais primordiale pour ne pas perdre de temps ni provoquer de retards ou délais qui grèvent le budget. Le coût d'achat ou de location d'engins et matériel de chantier et celui du transport n'est pas négligeable. Pour limiter ces frais, le chantier peut être prévu pour minimiser le temps d'utilisation de ce matériel et optimiser les transports. En outre, ces coûts peuvent être équilibrés en tenant compte du gain de temps de chantier, notamment lorsque les éléments sont entièrement préfabriqués. Dans ce cas, le chantier est si rapide que l'emploi de matériel de levage important est rentabilisé. Selon l'ouvrage Housing Platform,

« le progrès ces dernières années dans l'organisation des chantiers et notamment l'amélioration des protections individuelles est un facteurs qui fait augmenter le coût de la construction » (PAVILLON DE L'ARSENAL, op. cit. , p.21).

La sécurité est primordiale. Tout accident sur le chantier coûte beaucoup à l'entreprise et à la société, et ne favorise pas l'image des métiers du bâtiment déjà caractérisés comme pénibles.

1.4.2.4 Un manque de qualification source de surcoûts dans la construction

Un plâtrier fresquist (ASDRUBAL, 2011), interviewé en Saône-et-Loire, observe que beaucoup de ses collègues se contentent d'utiliser des produits prêts à l'emploi. Selon lui, les formations professionnelles n'enseignent plus la compréhension de la matière, qui permet pourtant de mieux la travailler. Il tient beaucoup à formuler lui-même ses enduits à la chaux ou au plâtre afin d'en adapter les caractéristiques au support choisi ou au résultat voulu. Selon lui, en dehors du compagnonnage, les formations classiques aux métiers manuels du bâtiment sont trop souvent dévalorisées en France. Seules les filières de formation à la taille de pierre ou à la charpente disposent d'un certain prestige. Il semble que le savoir-faire se réduit de plus en plus à du savoir-posier des produits prêts à l'emploi, notamment en ce qui concerne la maçonnerie. Le développement des produits prêts à l'emploi et le travail sur les chantiers avec de plus en plus d'ouvriers très peu qualifiés, conduisent à une baisse de qualité qui entraîne une augmentation des coûts. Les savoir-faire s'affaiblissent car la réponse des entreprises devient systématique. Le jour où les problèmes arrivent sur le chantier, les assurances sont là pour les couvrir. Si une culture constructive se base sur un seul mode de construction, comme l'expliquent Frédéric Bonnet et Guillaume Clément, cela participe à la déqualification de cette main d'œuvre.

« La plus grande part des bâtiments récents utilisent soit des voiles en béton pléthoriques, soit des parpaings de béton. (...) Dans le second cas, l'économie vient de la possibilité d'utiliser une main-d'œuvre très peu qualifiée avec un minimum d'outils : pas de grues, pas de banches, peu de volume de béton. Cette fabrication pseudo-artisanale concerne l'essentiel de la production d'immeubles de logements de faible hauteur et de maisons (...). Il suffit de sortir des frontières pour voir à quel point la diversification des procédés industriels permet une construction de meilleure qualité où la matière est mieux utilisée, et souvent plus solide et durable. La bonne qualité constructive n'est pas forcément plus onéreuse » (BONNET, CLÉMENT, op. cit.).

Les erreurs et les malfaçons entraînées par cette déqualification mettent à mal la productivité de l'entreprise et font augmenter le coût de l'habitat. *« Faire casser représente aujourd'hui 5 à 15 % du chiffre d'affaire d'une entreprise »*, estime Françoise Arnold (ARNOLD, op. cit. , p.22). De plus, pour construire des bâtiments qui consomment moins d'énergie, une attention particulière doit être portée lors de la phase de construction. La réalisation d'une bonne étanchéité à l'air dépend de la connaissance par tous les corps de métier de la logique de l'ensemble du bâtiment. Si les artisans, les entreprises ne sont pas formés à ces questions, cela peut mettre à mal la possibilité d'économiser de l'énergie. Dominique Gauzin-Müller analyse le manque d'ouvriers qualifiés et de transmission des savoir-faire par un système de formation défaillant :

« Un diplôme bradé en poche, près de 50 % des bacheliers se précipitent en cette rentrée vers des filières non scientifiques (littérature, histoire, économie, etc.) qui ne les mèneront que rarement à un emploi valorisant, correctement rémunéré et répondant à leurs aspirations. (...) Alors que le système anglo-saxon favorise les compétences transversales, les initiatives personnelles et l'intelligence sociale, l'éducation à la française continue de privilégier l'acquisition de connaissances et le vernis intellectuel qui va avec. Des études supérieures courtes et professionnalisantes seraient plus sûrement porteuses d'un emploi qualifié dans lequel les jeunes pourraient s'épanouir. Qu'ils ne ratent pas l'occasion de s'impliquer dans une approche écoresponsable, avant de suivre l'évolution des techniques pour élargir leurs connaissances et transmettre à leur tour un savoir-faire » (GAUZIN-MÜLLER, 2009g).

Elle rappelle que, selon le philosophe Henri Bergson,

« l'intelligence remonte de la main vers le cerveau ».

Quelle que soit la formation et le niveau d'étude dans le domaine de la construction, le passage par le travail manuel est une des clefs universelles de compréhension de l'acte de bâtir.

1.4.3 La filière bois en Saône-et-Loire

Si la filière bois est une filière montante et soutenue politiquement en Saône-et-Loire, il ne s'agit pas de spécialiser le territoire dans une filière unique car

« Valoriser ses spécificités, ce n'est pas entrer dans une logique de spécialisation. La spécialisation apparaît clairement comme un frein au développement de nouvelles activités en donnant une orientation uniforme à l'économie du territoire. Dès lors, un équilibre est à (re)trouver, entre d'une part, la diversification pour "ne pas mettre tous ses œufs dans le même panier", et d'autre part, l'orientation des moyens d'animation et d'ingénierie au profit d'une filière. Ainsi, dans les différentes phases de développement d'une économie territoriale durable, les territoires peuvent miser dans un premier temps sur des filières jugées prioritaires, pour ensuite progressivement diversifier les débouchés en donnant naissance à de nouvelles activités, ou encore de nouveaux produits dérivés et services associés... La collectivité se prémunit ainsi contre les aléas d'une filière unique, au profit d'une logique de complémentarité des filières » (CERDD, 2011b).

D'autres filières potentielles ou existantes de matériaux seront étudiées en tant que pistes dans l'objectif de constituer une complémentarité de filières.



Fig. 45 Schéma de la filière bois (CHAMODOT, CLOQUET, 2010b)

1.4.3.1 Un grand nombre de petites scieries avec une activité de sciage à façon complétée par des unités de sciage industriel pour absorber la production de douglas

La première transformation a un rôle clef dans un circuit court de construction en bois, puisque c'est elle qui approvisionne la deuxième transformation en bois de charpente, planches, bois tranché, déroulé, et produits de rabotage. En Saône-et-Loire, où l'implantation de scieries de chêne est historiquement importante, on compte une majorité de petites scieries. Ces scieries traitent principalement les feuillus : 72 % des sciages (AGRESTE BOURGOGNE, *op. cit.*). Réparties sur tout le territoire dans les zones rurales, elles ont principalement une activité de débit sur liste et de sciage à façon. Ces dernières années la Saône-et-Loire observe une concentration du secteur du sciage qui entraîne la fermeture de nombreuses petites scieries. Cependant, toutes les petites scieries ne sont pas appelées à disparaître, le marché du sciage à façon étant un marché de niche qui reste demandé. Du fait de cette spécificité, elles ne sont pas en concurrence avec les scieries industrielles. De plus en plus de scieries mobiles se créent, pouvant intervenir, dans un périmètre autour de leur base, sur les lieux de l'exploitation forestière.

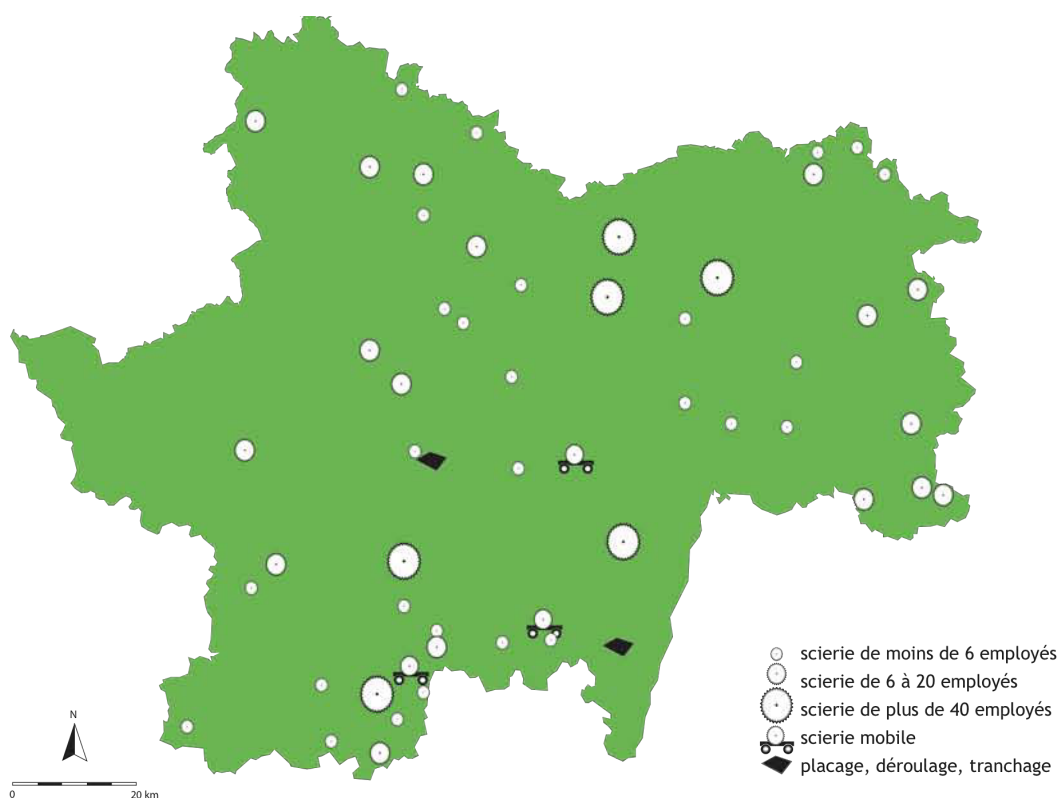


Fig. 46 Entreprises de 1^{ère} transformation en Saône-et-Loire

La capacité de production a augmenté ces dernières années avec l'apparition d'unités industrielles pour absorber la production croissante de Douglas dont les sciages ont dépassé les 342 000 m³ en 2007 (Idem). Vingt-huit établissements de capacité supérieure à 4000 m³/an totalisent plus de 80 % de la production régionale (DIRECCTE BOURGOGNE, [s.d.]). Ces établissements sont des scieries locales qui se sont développées ou des industriels européens importants qui se sont implantés en Bourgogne comme le scieur belge Fruytier qui a le projet de s'implanter à la Roche-en-Brenil avec une capacité très importante. 90 % des sciages de résineux en Bourgogne sont réalisés sur trois unités : la scierie Bois et Sciages de Sougy, la scierie Vuillet et la scierie Garmier (Idem) qui travaillent en grande partie pour l'export et la grande distribution. La Saône-et-Loire reste un département important pour la transformation du bois de chêne. Les trois scieries de feuillus les plus importantes sont la scierie Ducerf, les Scieries Réunies du Chalonnais et la scierie Margaritelli. Ces grosses entreprises intègrent souvent des activités de seconde transformation et production de parquet en chêne, de lamellé-collé en douglas et en sections standard. Deux entreprises de tranchage et déroulage sont situées en Saône-et-Loire : SARL La Boisserolle, SARL Sciages et Placages du Centre.

1.4.3.2 La deuxième transformation : principalement des PME qui se forment et s'organisent face aux enjeux actuels, mais aussi des unités industrielles performantes

Les entreprises de la deuxième transformation sont celles qui mettent en œuvre les projets. Ils fabriquent en usine des produits finis en bois, préfabriquent en atelier des éléments de bâtiment, et les assemblent sur le chantier. Ce secteur en Bourgogne est le principal employeur de la filière avec 68 % des effectifs (CONSEIL ÉCONOMIQUE ET SOCIAL DE BOURGOGNE, *op. cit.*). La majorité des entreprises de charpente ou menuiserie sont des entreprises de moins de 20 salariés dont les marchés sont régionaux. La deuxième transformation, plus industrialisée que les secteurs de l'amont, reste majoritairement artisanale.

Certaines entreprises de charpente artisanales comme Gauthier Cargo ou Saône Seille Charpente, ou semi-industrielles, telles Sacet ou Charpentiers de Bourgogne, diversifient leur activité pour proposer de la maison à ossature bois, de plus en plus demandée.

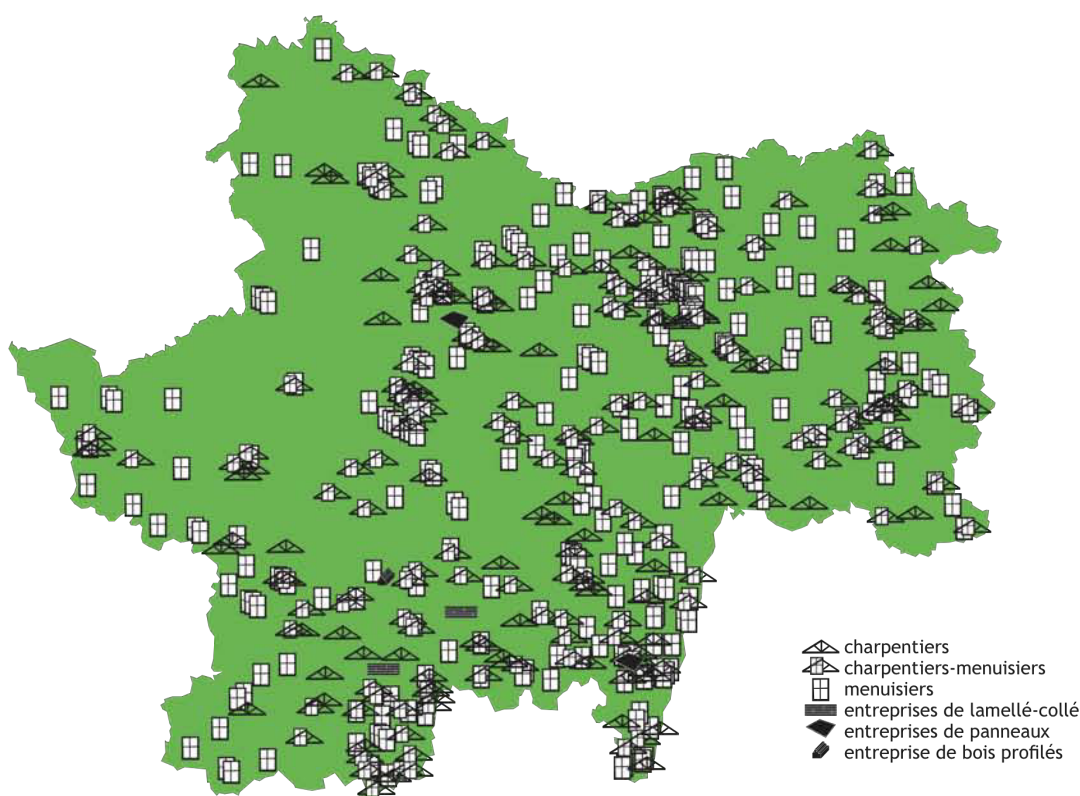


Fig. 47 Entreprises de 2^{ème} transformation en Saône-et-Loire

Dans le cas des menuisiers, si une partie des artisans fabriquent encore leurs produits, l'activité principale d'autres entreprises est la simple pose de produits achetés à l'industrie. Cette tendance s'accroît avec les exigences accrues de performances des portes et fenêtres pour la construction basse consommation.

Certains artisans charpentiers et menuisiers, encore minoritaires, ont bénéficié de la formation à l'amélioration énergétique des bâtiments « FEE Bat » proposée par la CAPEB. Cette formation qui leur permet d'obtenir le label « éco-artisan » aborde entre autres le thème de l'étanchéité à l'air, crucial pour la construction à ossature bois et les menuiseries.

Des unités de production industrielle se sont implantées avec le développement de matériaux composites à base de bois. Deux unités de production de lamellé-collé, reconnues mondialement, se trouvent sur le territoire de Saône-et-Loire : les entreprises Fargeot et Barlet. Ces entreprises sont des entreprises de charpente qui calculent, produisent et posent des produits sur-mesure.

Trois usines de fabrication de panneaux : SA Isoroy Le Creusot (Médium), SARL La Boisserolle, et Bois profilés de Bourgogne sont également présentes sur le territoire, ainsi que plusieurs unités importantes de production de parquet en chêne comme la société Margaritelli.

1.4.3.3 Une ressource abondante mais peu de bois local dans la construction

La première étape à la sortie de la forêt est la 1^{ère} transformation du bois. C'est dans les entreprises de première transformation que le bois brut, sous forme de grumes, est transporté. L'approvisionnement de ces entreprises en Bourgogne est majoritairement local : 79 % de l'approvisionnement en bois d'œuvre provient des massifs forestiers bourguignons : Morvan pour les résineux, mais aussi Beaujolais, Clunisois, Autunois... Les 21% restant sont récoltés dans les régions voisines : Champagne-Ardenne, Franche-Comté, Auvergne, Centre et Rhône-Alpes (AGRESTE BOURGOGNE, *op. cit.*). 66 % (CRPF, 2011) de la production bourguignonne est valorisée en bois d'œuvre. Une grande partie de ce bois est exportée sous forme de bois rond ou de bois brut de sciage.

*« Sur la production annuelle de 1,5 Mn m³ de bois d'œuvre [en 2000], on estime que les 2/3 sont utilisés directement par les entreprises de première transformation de la région et qu'1/3 est utilisé hors Bourgogne. Sur la production annuelle de 1 Mn m³ de bois d'industrie, on estime qu'1/3 est utilisé par les industries régionales et que les 2/3 partent hors des frontières bourguignonne. [...] On remarque également qu'environ 10 % de la production de la première transformation régionale part à l'étranger, et que 30 à 40 % de cette production est valorisée par les entreprises et industries de deuxième transformation bourguignonnes, le reste étant ventilé dans les autres régions françaises. » (CONSEIL ÉCONOMIQUE ET SOCIAL DE BOURGOGNE, *op. cit.*)*

Si les scieurs s'approvisionnent localement,

« il faut souligner que le secteur de la deuxième transformation importe en moyenne environ 50 % du bois qu'elle utilise, (...) une part importante d'approvisionnement à l'extérieur du territoire bourguignon qui pourtant bénéficie d'une ressource importante » (Idem).

En effet, les entreprises de la seconde transformation recherchent les produits les mieux adaptés à leur production et au meilleur prix, sans nécessairement privilégier une provenance locale du bois. Une grande partie des bois pour la construction vient actuellement d'Europe du Nord ou de l'Est (Belgique, Allemagne, Finlande, Roumanie...) car leur prix est plus attractif malgré le coût du transport, leur qualité est meilleure (à croissance lente et régulière dans les zones froides, à croissance plus

rapide et irrégulière avec une nodosité plus dense et inégalement répartie en Bourgogne), le service fourni plus complet - bois sec, raboté, caractérisé, et conditionné - et l'approvisionnement est régulier en quantité et qualité.

Si la construction en bois commence à émerger, il est encore difficile de réaliser toutes les étapes, depuis l'exploitation forestière jusqu'à la mise en œuvre, localement. « *Le bois est léger, donc sur un camion on en met de gros cubes. Donc le bois peut venir de très loin* » indique B. Pillot (PILLOT, 2009), du Bureau d'étude structure Téco. Robert Collet précise qu' « *Aujourd'hui comme le coût des transports n'est pas valorisé, on a des bois moins chers au nord. Pour faire évoluer ça, à un moment il faudrait revoir le coût du transport.* » (COLLET, 2009)

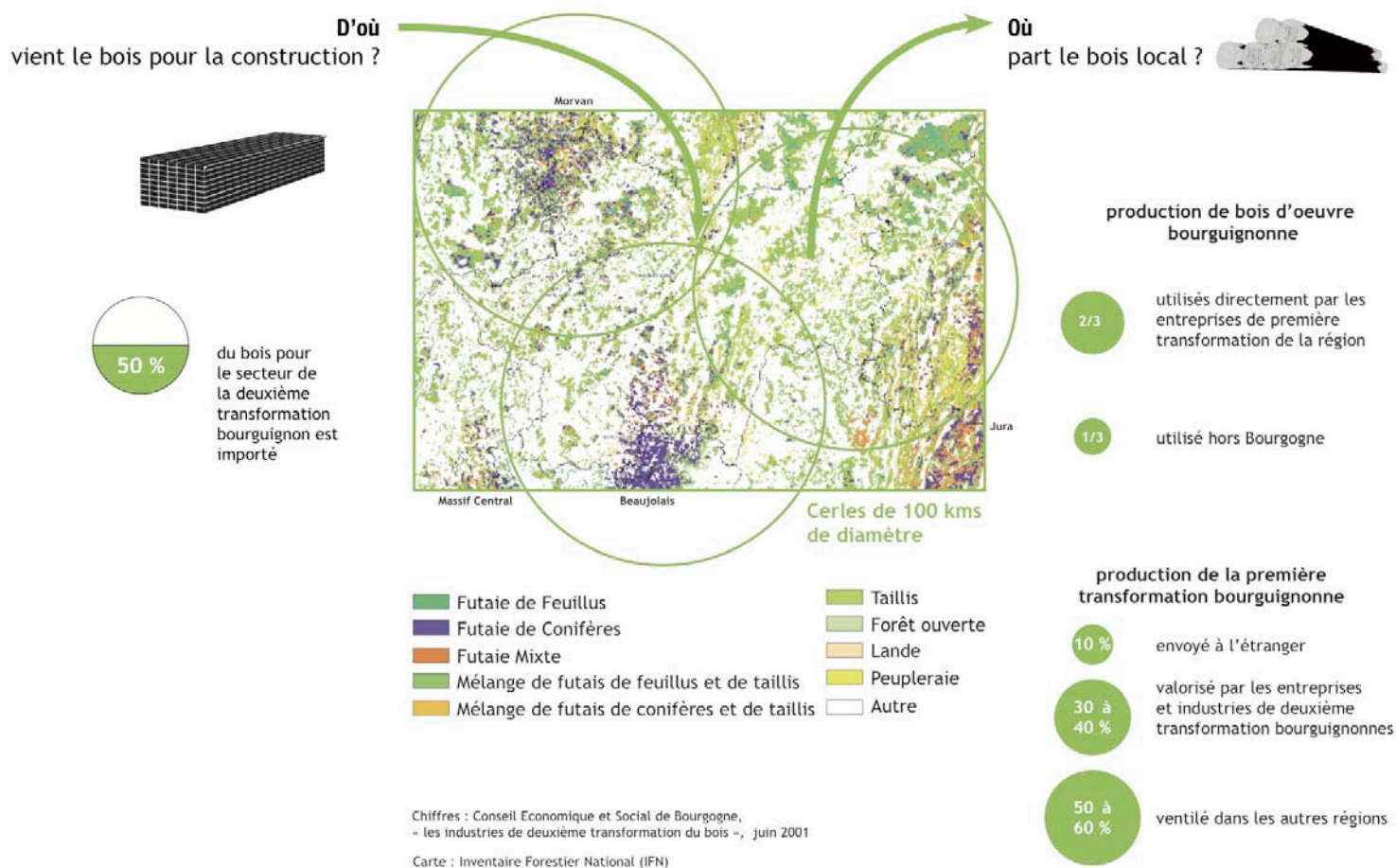


Fig. 48 Provenance et destination du bois en Saône-et-Loire (CHAMODOT, CLOQUET, 2010b)

L'EHPAD de la commune de Mervans, un bâtiment construit en douglas local



Fig. 49 Chantier de l'EHPAD de Mervans (Photo : B. Cloquet, 2009)

Le bois brut de sciage a été transporté en Allemagne pour y être traité et pour la fabrication du lamellé-collé. Les panneaux en ossature bois ont été préfabriqués dans le Jura. Malgré la volonté du maître d'ouvrage de favoriser la filière locale, le bois a fait beaucoup de kilomètres, et une partie de la main d'œuvre qui l'a transformé n'est pas de la main d'œuvre locale.



Fig. 50 Chantier de l'EHPAD de Mervans, intérieur (Photo : B. Cloquet, 2009)

1.4.3.4 Une ressource qui ne répond pas aux attentes actuelles de la construction en bois

Le vieillissement des peuplements de faible valeur provoque une augmentation importante de bois de qualité secondaire. L'exploitation des bois de petit diamètre, issus des taillis feuillus ou d'éclaircies résineuses, fournit également des volumes importants (687300m³ de bois rond récoltés en 2007 (CRPF, *op. cit.*)).

S'il est actuellement considéré qu'une partie importante du bois produit en Saône-et-Loire et à proximité n'a pas d'une résistance mécanique suffisante pour être utilisée en structure, il semble que la qualité de ces bois est sous-évaluée. Le classement visuel pour obtenir le marquage CE, bien qu'il soit obligatoire depuis septembre 2009, n'est pas encore respecté partout. Le classement mécanique, lui, permet une caractérisation encore plus fine, ce qui pourra amener à une utilisation beaucoup plus optimale des qualités de bois local en structure. En Bourgogne, le FCBA a réalisé une campagne de classement mécanique du chêne. Pour le douglas, c'est en cours.

*« La stabilité de la récolte en chêne depuis dix ans ne doit pas masquer la difficulté de mise en marché du taillis et des petit bois, la nécessité de récolter et de mettre sur le marché à court et moyen terme des bois d'œuvre de faible diamètre et de qualité secondaire » (CONSEIL ÉCONOMIQUE ET SOCIAL DE BOURGOGNE, *op. cit.*).*

« Actuellement en Bourgogne, c'est essentiellement un classement visuel qui est pratiqué, classement qui est défavorable au douglas du Morvan parce qu'il a plus de nœuds et des accroissements plus larges que les épicéas ou les sapins, bien qu'il ait une très bonne résistance mécanique. Dans les années à venir, la mise en place de machines pour le classement automatique permettra de requalifier des bois qui ne sont pas considérés à l'œil comme étant d'une qualité suffisante »,

selon A Rochot, délégué général Aprovalbois (ROCHOT, PROTAIS, ROUSSELET, 2009). Même si le passage au classement mécanique est un investissement lourd pour les petites entreprises, il est une opportunité pour valoriser le bois local et le travail des scieurs locaux. Il faudra que la filière locale réussisse à s'organiser pour disposer de cet équipement.

Certaines techniques de construction en bois sont plus ou moins adaptées à la ressource de Saône-et-loire. L'ossature bois est une technique intéressante car elle optimise la quantité de matière et permet, des chantiers rapides et propres avec la possibilité de préfabriquer des pans de mur entiers. Mais comme indique Robert Collet (COLLET, *op. cit.*), professeur au centre des Arts et Métiers ParisTech Cluny :

« L'ossature c'est pas le produit idéal pour consommer localement, parce qu'avec la plupart de nos bois, on ne tiendra pas la concurrence avec des bois du nord de dimensions 36/97. Alors aujourd'hui ceux qui font de l'ossature, ils ont des logiciels programmés avec ces sections là, et bien faire du 36/97 avec du douglas, on peut en faire un peu mais c'est pas la majorité de nos bois, pourquoi parce qu'on a un bois qui pousse vite avec des nœuds. ».

L'ossature bois pratiquée aujourd'hui n'est donc adaptée qu'à une partie de la ressource en bois présente en Saône-et-Loire.

*« Actuellement on utilise plutôt des résineux que des feuillus dans la construction (comme en Scandinavie et en Amérique du Nord) alors qu'on produit plus de feuillus. Avant, les maisons à pan de bois étaient construites en chêne. Aujourd'hui, on utilise beaucoup de bardage en mélèze alors qu'il n'en pousse pas en Bourgogne. », (ROCHOT, PROTAIS, ROUSSELET, *op. cit.*)*

précise Arnaud Rochot, délégué général de l'interprofession Aprovalbois.

Des pistes seront détaillées dans le chapitre suivant qui pointeront les leviers à activer afin de mettre en adéquation la ressource en différents bois de construction disponibles sur le territoire de Saône-et-Loire avec la demande locale (des constructeurs et des prescripteurs), ainsi qu'avec les moyens de transformation des différentes entreprises de la deuxième transformation.

1.4.4 La pierre, un matériau renommé mais aujourd'hui très peu utilisé localement pour la construction

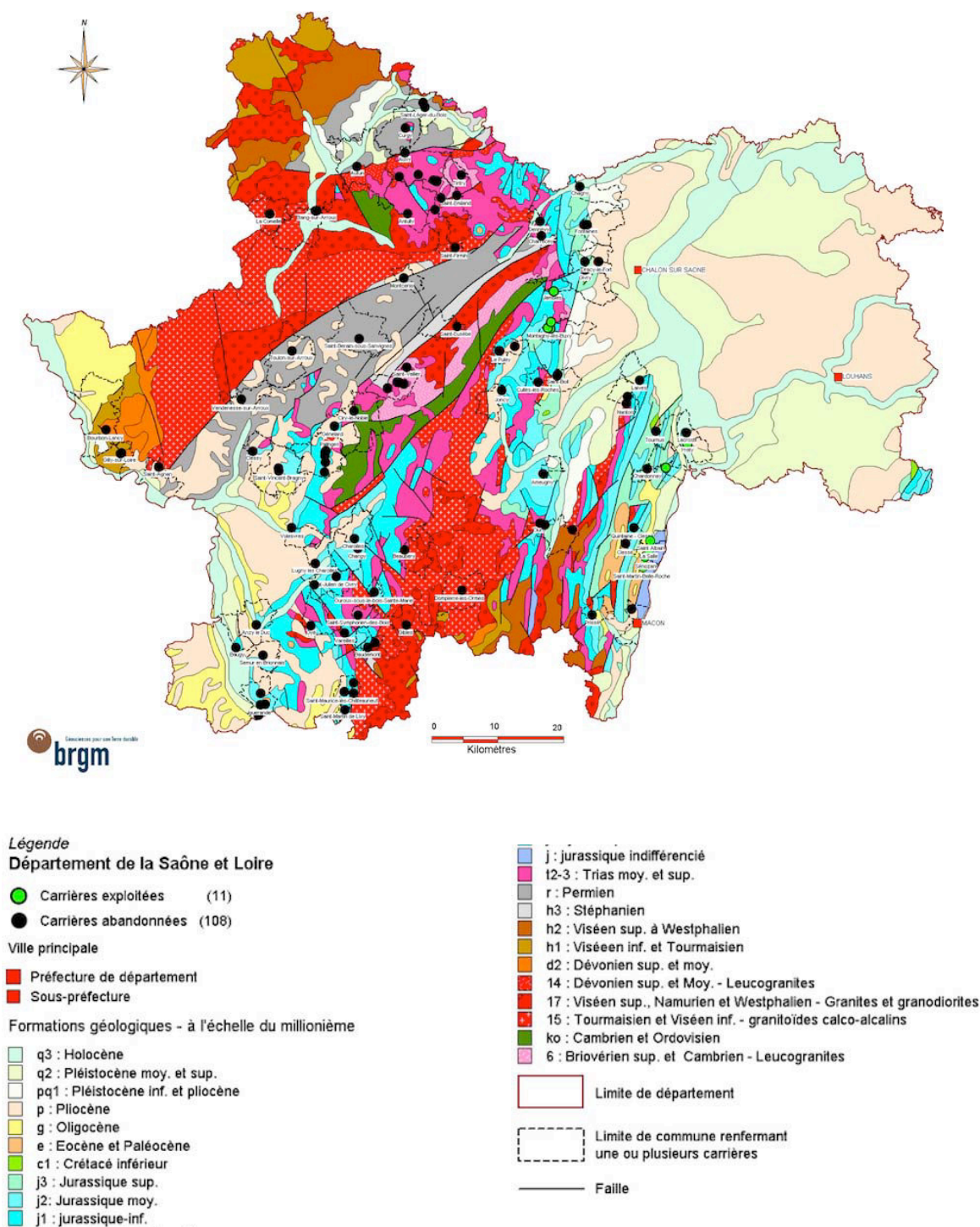


Fig. 51 Carte géologique de la Saône-et-Loire, source : BRGM

En, 1838, les carrières de pierre étaient à proximité de la plupart des villages de Saône-et-Loire mais l'extraction y était difficile (RAGUT, 1838). Aujourd'hui, les carrières de pierre ferment (points noirs sur la carte (Fig. 51)). L'ouverture de nouvelles carrières est possible mais est rendue complexe par la nécessité de limiter le plus possible les nuisances sur l'environnement (pollution sonore, des eaux ou de l'air). La Bourgogne est néanmoins le premier bassin français pour la production de roches ornementales. Elle dispose de ressources importantes en pierre de qualité. Elle produit 1200 emplois directs et 2500 indirects (DESSANDIER, 2006). Le marché français se caractériserait par une faible consommation de pierre (moins de 0,5 m² par an et par habitant) car le matériau est devenu rare (de moins en moins de carrières) et cela joue en parti sur l'augmentation de son coût. De plus, les exploitants ont la volonté de se maintenir sur le marché du luxe de renommé internationale. L'État et la Région Bourgogne ont signé un Contrat d'Appui à la Performance Économique et à l'évolution des Compétences (CAPéCO) (BOQUET, PATRIAT, LANDEL, 2011) avec l'association « Pierre de Bourgogne³⁰ », qui a pour finalité d'augmenter les parts de marché de la pierre dans les domaines du luxe, de la voirie, et des aménagements paysagers. Il promeut l'utilisation noble de la pierre en parement et pointe le caractère écologique de la pierre. La pierre de Bourgogne est donc principalement utilisée par les architectes en parement, en couches de plus en plus minces.

³⁰ Afin de rendre plus aisé le choix de pierre de bourgogne, l'association « Pierre de Bourgogne », le BRGM et la DRIRE (Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement) ont lancé un site internet « <http://pierbourgogne.brgm.fr> » permettant d'avoir accès aux informations techniques sur les différentes pierres de bourgogne ainsi que leur géo localisation. Ceci dans le but de faciliter l'usage de la pierre.

Carrière de Saint-Martin-Belleroche



Fig. 52 Carrière Masson à Saint-Martin-Belle-Roche (Photo : Carrière Masson) (MASSON, *op. cit.*)

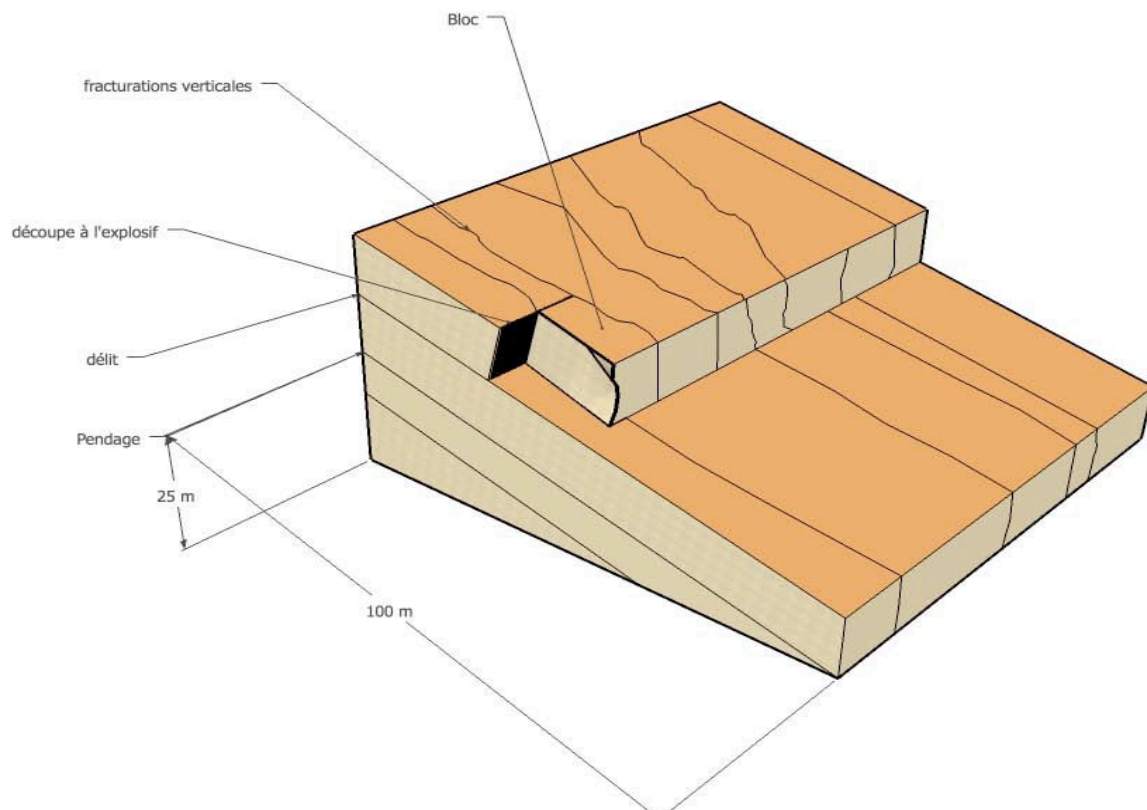


Fig. 53 Représentation schématique de la carrière de Saint-Martin Belle-Roche

1.4.4.1 La pierre calcaire, une ressource encore exploitée dans le Mâconnais

À la carrière de Saint-Martin-Belle-Roche (MASSON, *op. cit.*), avant l'installation toutes les machines, qui scient, fendent et polissent la pierre, il y avait au XIX^e siècle, 200 carriers qui y travaillaient en tant que saisonniers : ils faisaient les moissons, les vendanges, puis extrayaient la pierre. La production de moellons de pierre, jusque dans les années 1970 demandait beaucoup de travail à la main. Ces moellons constituaient le soubassement des premières maisons en aggloméré de ciment. Une fois l'adoption de l'aggloméré de ciment, pour l'intégralité de la structure, la pierre est devenue un parement protecteur. Jouant le rôle de finition elle est aujourd'hui découpée et vendue en très fine couche. Les blocs sont sciés puis découpés en plaques afin d'être utilisés en parement ou en sol³¹.

M. Masson, gérant de la carrière de Saint-Martin-Belle-Roche, rappelle que la nature de la roche ainsi que la manière dont elle est disposée dans le sol, fait que l'on ne peut extraire que certains types de blocs et donc, *in fine*, certains produits qui seront différents d'une carrière à l'autre. La masse rocheuse de la côte calcaire mâconnaise (Fig. 52) comporte de nombreux défauts qui jouent sur la taille et la géométrie des blocs que l'on peut extraire. À chaque période géologique correspond un joint entre plusieurs couches de sédiments. Ce joint que l'on appelle délit³² constitue une aide à l'extraction puisqu'il suffit d'utiliser un simple coin pour séparer les bancs les uns des autres. Les fracturations verticales, dues aux efforts de flexion subis par la masse de pierre durant le soulèvement alpin, n'aident pas à l'extraction de la pierre. De plus, les lits de pierre ne sont pas horizontaux mais ont un pendage³³ de 20 à 25%³⁴. Il est très difficile d'extraire de gros blocs, étant donné le nombre de délits et de fissures aléatoires (Fig. 53).

Les moyens modernes d'extraction ne peuvent actuellement pas aider à former de plus gros blocs que ceux produits par les anciens qui savaient jouer avec ce désagrément initial tout simplement en bâtissant avec de petites pierres.

Ces informations nous montrent l'importance des visites de site de production des matériaux et de la réelle connaissance des moyens de production à l'époque de la conception du projet. La conception d'une architecture utilisant la pierre doit se faire une fois la visite des carrières locales effectuées. Ceci permet d'identifier des potentiels de construction en pierre et ce qu'il est possible et impossible de faire. Les moyens de production évoluent rapidement mais il reste actuellement un invariant pour la découpe de la pierre : le temps. Le travail effectué sur la matière en carrière est proche de celui effectué en scierie sur le bois car les étapes sont les mêmes : extraction, redimensionnement, finition, livraison. Seul le redimensionnement prend du temps, le sciage de la pierre étant plus long. Les produits en pierre les moins chers sont ceux issus des rebus de coupe.

³¹ Le coût d'un mètre carré de pierre plate pour un dallage intérieur de 1,5 cm d'épaisseur posé à la colle est d'environ 100 euros par mètre carrés (MASSON, 2012)

³² Le mot « Délit » à deux sens : la pose de la pierre dans le sens perpendiculaire aux stratifications naturelles, ou joint ou veine entre les couches de stratifications

³³ angle avec l'horizontale

³⁴ même angle que celui de la roche qui affleure à Solutré

Une culture constructive de la construction en pierre sèche toujours vivante

L'association « Lavers et muraillers de Bourgogne » (LAVIERS MURAILLERS DE BOURGOGNE ET DU BEAUJOLAIS, [s.d.]) travaille sur la restauration du patrimoine en laves et pierres sèches ainsi que sur la création avec ces techniques. L'association joue un rôle dans la transmission³⁵ de ces savoir-faire séculaires qui s'effectue par des stages encadrés par des artisans. Les besoins en restauration maintiennent la transmission des savoir-faire. Il est aujourd'hui pertinent de se pencher sur l'utilisation de ces techniques peu énergétivores pour la construction neuve, pour l'aménagement d'un terrain - notamment le drainage - ainsi que la gestion des eaux pluviales sur terrain en pente, et la construction de murs de soutènement. Comme toute technique ancienne transmise de manière traditionnelle par oralité, la construction en pierre sèche fait l'objet aujourd'hui d'études de caractérisation du comportement mécanique des maçonneries par des tests effectués en laboratoire afin de prouver sa fiabilité et de rassurer les prescripteurs, les artisans et les clients ainsi que leurs assurances respectives (COLAS, 2009).

³⁵ Au niveau national, Il existe un « Certificat de Qualification Professionnelle (CQP) « Ouvrier professionnel en pierre sèche » et un « *Guide des Bonnes Pratiques de construction des murs de soutènement en pierres sèches* » publié par le CSTB (COLAS, 2009)

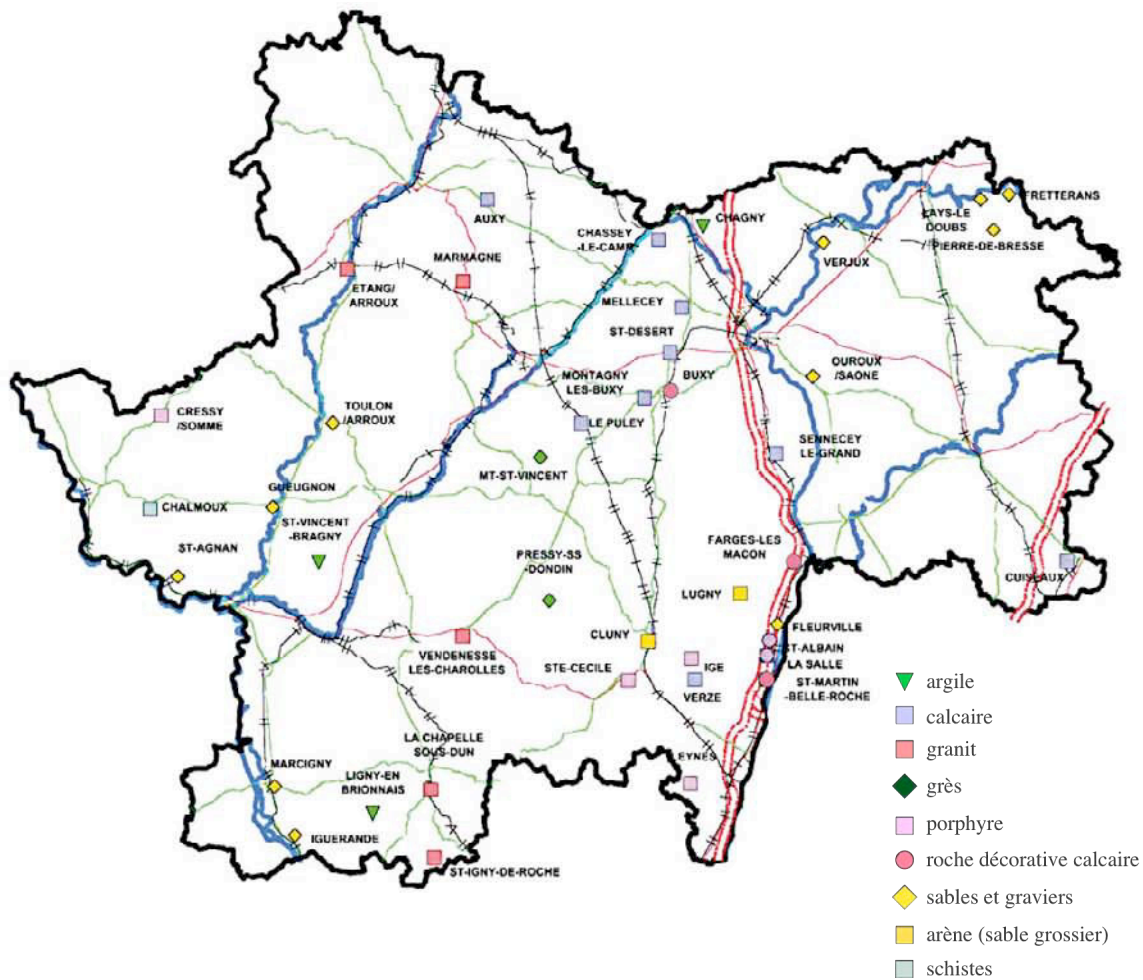


Fig. 54 Situation des carrières et type de roches extraites. Source DRIRE DDAF 71

Selon le Schéma départemental des carrières, et comme on l’observe sur cette carte il était extrait en 1999, outre la pierre calcaire pour construire :

- du calcaire utilisé comme granulat pour béton,
- des matériaux alluvionnaires, sables et graviers, utilisés comme granulat pour les bétons,
- des roches d'origines éruptives : granite et porphyre (les arènes granitiques étant utilisées pour les remblais routiers),
- de l'argile utilisée pour la fabrication de briques, pour la céramique et la poterie,
- des schistes.

1.4.4.2 Le département produit des granulats mais doit en importer pour produire du béton

La plus grande quantité de matériaux de carrière est extraite en Saône-et-Loire sous forme de granulats pour béton, matériau largement majoritaire dans la construction. L'extraction de granulats se fait à grande échelle dans le val de Saône. Pour répondre à la demande en granulats du secteur de la construction, la Saône-et-Loire, devait importer en 2001, 460 000 tonnes de granulats qu'elle n'arrive pas à produire elle-même (DRIRE BOURGOGNE, *op. cit.*). Ceux-ci arrivent principalement par la route, moyen énergétivore, mais le transport fluvial fait partie des pistes de développement pointées par le Schéma départemental des carrières de Saône-et-Loire. La filière béton de ciment est une filière bien organisée qui permet de répondre aux demandes efficacement et rapidement. La maturité de cette filière lui permet d'être très compétitive au niveau des prix.

Le bloc d'agréats et ciment s'est imposé comme alternative face à la pierre. Le ciment donne à ce bloc des caractéristiques intéressantes de résistance générale et de résistance à l'eau. Sa fabrication aisée de manière industrielle le rend très économique. L'ingrédient ciment³⁶ est le point faible de la recette de ce matériau, car c'est un grand producteur de gaz à effet de serre. Son utilisation massive et en toutes circonstances le rend donc préjudiciable à l'environnement mais dans une moindre mesure comparé au béton coulé. L'écoquartier « les curtils » à Hédé Bazouge, commune d'Ille-et-Vilaine, a inscrit l'interdiction du bloc d'agréats et ciment et du PVC dans son règlement (HÉDÉ-BAZOUGES, [s.d.]). Selon l'association BlocAlians (BLOCALIANS, [s.d.]), aucun producteur de blocs d'agréats et ciment appartenant à ce groupement de producteurs n'est présent en Saône-et-Loire, mais, il est aisé de s'en procurer sans faire trop de kilomètres car ces matériaux sont disponibles en grande quantité chez les revendeurs de matériaux³⁷.

³⁶ « La transformation du calcaire en clinker, produit en amont du ciment dans la chaîne de production, est un processus basé sur une réaction physico-chimique à une température proche de 1 450° C nécessitant un apport énergétique très élevé. Le séchage des produits d'addition (argile, laitier...) génère également des consommations d'énergie. Il s'agit principalement d'énergies fossiles, responsables lors de leur combustion d'importantes émissions de dioxyde de carbone (CO2) dans l'atmosphère. Tous combustibles confondus, en fonction du procédé utilisé, 300 kg à 500 kg de CO2 sont émis lors de la production d'une tonne de clinker.

Pourtant le CO2 émis par les cimenteries ne résulte pas seulement de la combustion d'énergies fossiles. Il provient en effet à 65 % du phénomène de décarbonatation, transformation sous l'effet de la chaleur du calcaire (CaCO3) en chaux (CaO) et gaz carbonique (CO2). La quantité de CO2 émis lors de cette phase s'élève à 525 kg par tonne de clinker. Selon le CITEPA (cf. encadré Méthodes), les cimenteries sont à l'origine de 2,6 % du total des émissions en France - 1,7 % pour la seule décarbonatation - soit 14 % des émissions d'origine industrielle. L'industrie manufacturière n'est cependant que le troisième secteur émetteur de CO2 en France, devancé par le transport routier et le résidentiel-tertiaire. »

source : Service des études et des statistiques industrielles - Ministère de l'industrie de l'économie et de l'emploi.

<http://www.insee.fr/sessi/publications/etudes/mat/matériaux.htm>

³⁷ Les Fiches de Déclarations Environnementales et Sanitaires (FDES) du bloc béton indiquent une distance moyenne de cinquante-sept kilomètres entre un chantier et un fournisseur de blocs en France

1.4.5 Ne produire qu'avec des ressources locales, est-ce réaliste aujourd'hui ?

« L'économie territoriale durable représente le socle d'une nouvelle économie reposant sur la complémentarité et les échanges entre territoires voisins, vers un réseau d'économies territoriales durables » (CERDD, op. cit. , p.3).

« L'économie territoriale durable n'est pas un enfermement sur soi et ne recherche pas les conditions de l'auto-suffisance, mais vise au contraire à intégrer et articuler ensemble les différentes échelles de territoires, de systèmes de gouvernance, de trajectoires, de filières et d'activités économiques... » (Idem, p.6)

Il semble difficile de comptabiliser dans chaque région la production de l'ensemble des matériaux nécessaires à la fabrication d'un habitat en termes de ressources et de moyens de production. Cela est dû, d'une part à la géographie physique du territoire sur lequel on construit, et donc à la présence même des matières premières, et d'autre part aux savoir-faire et aux outils de production qui y sont présents. Certains matériaux, pour une majorité directement issus du lieu de construction, ont suffi à construire les établissements humains pendant très longtemps. Au cours du vingtième siècle, le changement de paradigme économique, lié à une évolution radicale des systèmes de production, a conduit à une déterritorialisation de l'économie. Les aliments qui nous nourrissent ou les matériaux avec lesquels nous construisons notre habitat, par exemple, sont majoritairement issus d'une production de masse qui peut être localisée sur un autre territoire, parfois très éloigné. C'est la logique économique qui guide la plupart des choix de localisation des activités, et non plus la logique territoriale.

« Le territoire dont nous nous sommes progressivement « affranchis », en raison même du développement technique, s'est vu représenté et utilisé comme le simple support technique d'activités et de fonctions économiques, dont la localisation est déterminée par une rationalité de plus en plus indépendante de toute relation avec le lieu, et qui ne tient plus aucun compte de ses caractéristiques environnementales, culturelles et identitaires. (...) Désormais, nous pouvons implanter n'importe quelle activité n'importe où, à notre gré. Si au départ, cet affranchissement a favorisé la mobilisation et la valorisation de ressources environnementales et humaines considérables, à long terme, il n'a créé que dépendance et fragilité : désormais la métropole vit et s'accroît en ignorant et en détruisant les capacités reproductives de son propre milieu » (MAGNAGHI, op. cit. , p.14-15),

soutient Alberto Magnaghi. Cependant, la fin du vingtième siècle a vu émerger une remise en question de ce système, avec la prise de conscience du caractère irréversible de la dégradation environnementale et de l'épuisement de certaines ressources naturelles. Ces questions obligent aujourd'hui à intégrer les notions de soutenabilité et de reproductibilité dans les modes de développement contemporains. Le « local » et la « territorialité » revêtent une importance décisive dans cette approche du développement. Le territoire reconquiert, de ce fait, une place centrale dans le débat sur le développement durable.

La Saône-et-Loire exporte une partie de ses ressources en dehors de son territoire (bois et pierre), mais ne produit que très peu de bâtiments réellement issus des filières courtes locales.

Les départements de Haute-Saône ou de l'Aube, avec la filière chanvre ont quant à eux choisi de se spécialiser sur une production particulière et de se doter des moyens industriels. Cette spécialisation, créant un savoir-faire spécifique, permet à la région d'exporter les fruits de cette spécialisation, et d'échanger avec les régions alentours les matériaux manquant à son développement.

Les matériaux, même lourds, parcourent des distances de plus en plus grandes

Il est aujourd'hui encore très rentable, pour les fournisseurs de matériaux de faire venir la pierre de l'autre bout du monde, étant donné le faible coût du transport et de la main d'œuvre des pays dans lesquels on extrait la matière première. Le transport des matériaux s'ajoute aujourd'hui à la somme d'énergie grise.

« La Chine, qui dispose à la fois d'immenses ressources et d'une main-d'œuvre très économique, est un grand producteur de roches naturelles. « Il y a quelques années, se rappelle Didier Pallix, directeur technique du département Roches ornementales et de construction du CTMNC (Centre technique de matériaux naturels de construction), même en tenant compte des nombreux intermédiaires et des coûts de transport, la pierre chinoise revenait moins cher que son équivalent en France. Face à de tels avantages économiques, il n'est pas surprenant que la pierre asiatique, chinoise ou indienne se soit largement diffusée en Europe, même si cela doit se traduire à l'échelle de la planète par des déplacements qui peuvent paraître totalement absurdes ». »

(NAMIAS, 2010c)

L'arrivée des pierre de Chine est perçue comme une menace, tant d'un point de vu écologique que d'un point de vue social. Mais la vente de pierres de Bourgogne dans le marché de luxe est encouragée dans les contrats de développement de la pierre. Ainsi la pierre de Bourgogne est très exportée vers des régions comme Dubaï, par exemple. Une grande quantité de matériaux est transportée sur la planète, générant à son tour des déplacements « absurdes » et faisant, *in fine*, augmenter le prix du matériau local.

1.4.5.1 La filière classique de construction est-elle prête à utiliser les matériaux locaux ?

Selon, Alex Wignacourt, les choix de qualité environnementale n'impliquent pas automatiquement un surcoût pour les bâtiments de conception écologique. Ce surcoût, selon lui, serait dû à l'inertie dans le changement de manière de construire et de penser le bâtiment. Construire « basse consommation » avec des matériaux non écologiques demande une adaptation des entreprises qui se répercute sur le montant de la facture.

« Construire autrement, construire « écologique » avec des matériaux de qualité, plus durables, respectueux de l'environnement et de la santé des utilisateurs (artisans, entreprises de construction, futurs occupants des logements) semble plus cher de prime abord, tout simplement parce que la marge à franchir entre le prix moyen national et le prix d'une construction efficace est très importante. Cette marge est plus souvent due aux différences de qualité de prestation et au changement des performances, qu'aux choix réellement écologiques »

(WIGNACOURT, 2009)

Le changement de culture constructive peut être rapide ou lent selon la plus-value apportée par la technique et le matériau.

L'enquête de l'ADEME et de la caisse des dépôts et consignation « *Construire durable* » une question d'énergie et de financement » (SANCHEZ, GAILLARDE, HUSSON-TRAORÉ, 2007) montre, grâce à une traduction du cercle vicieux de la construction durable, la manière dont les maillons de la chaîne de construction se reportent la responsabilité de la construction de bâtiments dits durables.

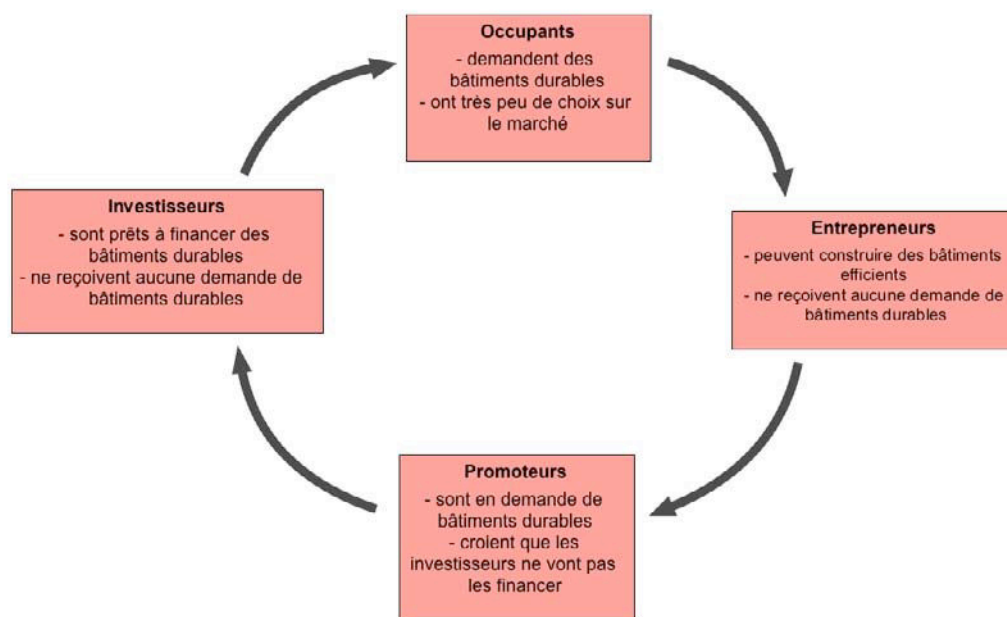


Fig. 55 Cercle vicieux du reproche, schéma repris d'un schéma attribué à David Cadman, par le « Sustainable Construction Focus Group », 2000 (*Ibid.*)

1.5 Utilisation du logement

1.5.1 Le fonctionnement du logement influence le coût global de l'habitat

1.5.1.1 *Un parc important de logements anciens, source d'inconfort et de précarité énergétique*

Le parc de logements en Saône-et-Loire est particulièrement ancien³⁸, souvent énergétivore, parfois même indigne. Les faibles revenus de certains ménages les conduisent à occuper des logements vétustes, peu confortables, coûteux en énergie. Ce phénomène est très important dans les centres historiques³⁹, mais également dans les franges des villes et dans les zones rurales⁴⁰.

« L'insuffisance de l'offre se traduit par le réinvestissement d'un parc ancien marqué par son inconfort et sa vétusté, mis en location par les bailleurs privés. Les conditions de vie sont peu confortables (absence de chauffage, pas de sanitaire) entraînant des surcoûts financiers et des freins à l'insertion sociale et professionnelle. Malgré des programmes de rénovation de l'habitat, cette insalubrité concerne de nombreux propriétaires. De plus les logements sociaux sont rares et souvent vétustes. Ainsi sur certains territoires ruraux le nombre de logements insalubres est quatre fois supérieur à celui du chef lieu de département » (FNARS BOURGOGNE, IRTESS, 2009),

analysent les auteurs de l'étude sur les processus d'exclusion et de pauvreté en milieu rural en Bourgogne. C'est dans les territoires les plus ruraux, où la part de propriétaires occupants modestes est la plus forte, que le risque de précarité énergétique est le plus important. Le coût des charges de chauffage représente un budget important et parfois insupportable pour des habitants à revenus modestes. Face à cette situation, l'activité de réhabilitation reste faible.⁴¹ Cependant, des actions se mettent en place sur le terrain, pour repérer les logements indécents et accompagner leurs occupants pour une amélioration (ADIL 71, 2010). La qualité de l'habitat est un enjeu majeur, pour les constructions neuves comme pour le parc existant, au regard des enjeux climatiques et de la qualité de vie (lutte contre l'habitat insalubre). La réhabilitation des logements anciens, indécents, insalubres et énergétivores, constitue de toute évidence une priorité et un défi important pour le

³⁸ 41% achevés avant 1949 contre 31% au niveau national (INSEE BOURGOGNE, BRION, DÉTROIT, 2011)
2/3 des logements ont été construits avant 1975, 40 % avant 1950 (NOVAT, 2010a)

³⁹ Les centralités historiques du département (Chalon, Mâcon, Autun, Creusot) atteignent des taux très élevés, situés entre 40 et 51% du total de leur parc (CG 71, 2011a, p.71)

⁴⁰ Taux de logements inconfortables locatifs privés en Saône-et-Loire : 14% dans les pôles urbains, 30% dans le périurbain, 23% dans les pôles ruraux, 40% dans le rural isolé (ANAH, 2005, p.40)

⁴¹ Seulement 120 projets soutenus par l'ANAH ces 3 dernières années, (CG 71, 2011b, p.71)

département. Elle concerne à la fois des centres-villes ou centres-bourgs, et un parc plus diffus et plus rural. En milieu rural, ces logements sont habités notamment par des personnes âgées et des propriétaires occupants à revenus modestes.

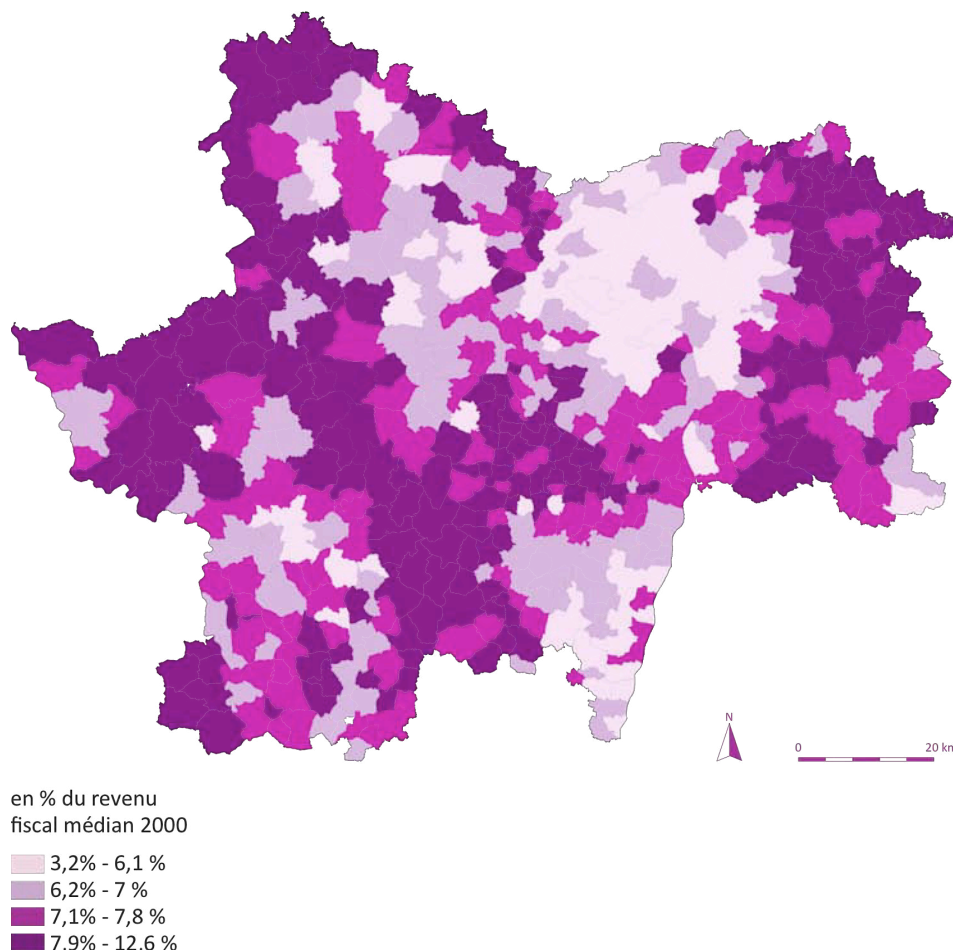


Fig. 56 Part dans le revenu des ménages des dépenses énergétiques pour le logement en Saône-et-Loire (d'après : Alterre Bourgogne (ALTERRE BOURGOGNE, 2007), données : INSEE « revenus fiscaux 2000 »)

1.5.1.2 Des charges qui pèsent lourd dans le budget logement

La somme des coûts du foncier, du montage et de la gestion, de la conception et réalisation, constitue le coût total au moment de la livraison du bâtiment. Ces coûts ne suffisent cependant pas à caractériser complètement le coût de l'habitat que l'on désignerait par coût « global ». Les dimensions de la durée dans le temps et de l'utilisation de cet habitat sont également à prendre en compte. Pour comptabiliser réellement toutes les dépenses, il faut penser en coût global, c'est-à-dire en coût d'investissement correspondant aux quatre postes évoqués, répondant à une logique de court terme, à laquelle s'ajoutent des coûts différés qui, quant à eux, s'inscrivent dans le moyen ou le long terme. Le coût global tient compte de l'ensemble du cycle de vie du logement, comme l'explique Bernard Paris : « *La conception, la construction, la gestion et la déconstruction, le développement durable nous invite à*

associer l'ensemble de ces phases. On ne peut concevoir sans intégrer la construction mais aussi la gestion pendant la durée de vie du bâtiment et enfin sa déconstruction » (BERNARD PARIS, CHESSA, op. cit.). Selon Stéphane Gruet, diminuer le coût de construction du logement est difficile :

« Je pense que l'idée selon laquelle on va inventer de nouveaux moyens de construire géniaux qui coûteront moins cher que tous les autres est dépassée. Dans toute l'histoire, il y a des trucs géniaux : Prouvé, l'Abbé Pierre, Le Corbusier, etc. Mais le mythe selon lequel on va produire des maisons comme des voitures, qu'on va faire baisser les coûts de production... on a tout essayé. »

Mais il rappelle que le coût de construction n'est pas le seul levier pour rendre accessible financièrement l'habitat. Les coûts à long terme représentent eux aussi une part importante des dépenses.

« Il y a le coût d'investissement du bâtiment, mais ensuite, il y a le coût d'entretien et de gestion. C'est-à-dire que dans le coût global, l'investissement ne représente au bout de 50 ans que 20% du coût global de ce que payent les gens. C'est quand même pas très important.(...) Il y a des problématiques de sécurisation des personnes. Une fois que les gens accèdent au logement, il faut qu'ils puissent s'y maintenir dans la durée. Il faut que cela soit viable économiquement sur la durée » (GRUET, op. cit.).

Selon la Mission Interministérielle pour la Qualité des Constructions Publiques, dans le cycle de vie d'un bâtiment tertiaire, les coûts différés représentent 75 % du coût global, alors que la construction représente seulement 20 %, les études et l'assistance 5 %.⁴² Ces chiffres ne sont probablement pas très éloignés de ceux de l'habitat c'est-à-dire que le fonctionnement d'un logement coûterait trois ou quatre fois plus que sa construction, conception incluse. Ils montrent bien la nécessité d'aller au-delà d'une vision à court terme, et de prendre en compte ce coût global. Actuellement cependant, la vision à court terme est privilégiée pour la gestion de l'habitat. Penser en coût global

« nécessite évidemment une vraie révolution dans la définition de la gestion des opérations, tant au niveau du logement social que privé. Le couple loyer plus charges doit être pris dans sa globalité au niveau des financements et des aides. » (BERNARD PARIS, CHESSA, op. cit.)

⁴² Répartition moyenne des types de coûts dans le cycle de vie d'un bâtiment tertiaire (hors foncier et frais financiers) (MIQCP, 2006)

1.5.1.3 Un coût fortement lié à la consommation énergétique

Concrètement, les coûts d'investissement se traduisent pour l'habitant en coûts d'achat ou en loyer, et les coûts différés en charges. Le couple « loyer + charges » est indissociable lorsque l'on parle de coût du logement. Ces charges sont souvent une cause de difficultés pour des populations qui ne peuvent y faire face. Les charges incluent les dépenses nécessaires au fonctionnement de l'habitation au quotidien. Elles comprennent différents coûts, liés à l'entretien du logement, à la consommation d'eau et d'énergie. Il s'agit principalement d'énergie nécessaire pour le chauffage, mais également pour la production d'eau chaude, les équipements électriques du logement (éclairage, électroménager, audiovisuel, domotique) et éventuellement le refroidissement. Le contexte actuel de crise énergétique, avec l'épuisement programmé des ressources fossiles, conduira probablement très prochainement à une importante augmentation du coût de l'énergie. Il convient donc de réduire la consommation d'énergie de l'habitat afin d'amoindrir les répercussions sur le budget logement.

1.5.1.4 Construire neuf et économe en énergie : construire plus cher au départ ?

Si un habitat de qualité consomme moins d'énergie, et coûte donc moins cher à l'usage, il est souvent plus onéreux au départ. Selon la Mission Interministérielle pour la Qualité des Constructions Publiques,

« de manière plus générale, la traduction habituelle de la notion de coût global est celle d'un « surinvestissement » visant à diminuer les coûts ultérieurs avec une certitude sur l'augmentation du coût immédiat et une incertitude sur les économies à l'avenir. On constate cependant, par un processus d'analyse de la valeur, que les approches en coût global conduisent le plus souvent à éviter des coûts inutiles par une meilleure conception, par une meilleure adéquation entre les niveaux d'équipement et les besoins réels, par une meilleure adaptation au contexte environnemental » (MIQCP, 2006).

Conception plus poussée, isolation plus importante, matériaux de bonne qualité, réduire les charges demande souvent un investissement plus important. Dans sa thèse, Alex Wignacourt explique :

« Il s'agit d'un prix initial qui correspond à un coût de construction instantané, qui ne prend donc pas en compte l'aspect durabilité de la construction, sur les plans techniques, économiques, financiers et environnementaux. Dans une logique de processus de construction durable, les coûts initiaux considérés souvent comme surcoûts peuvent être considérés comme investissements sur le moyen et long terme et générer des plus values évidentes : la réduction des coûts de maintenance, une qualité d'air intérieur meilleure, des réductions drastiques de consommation d'énergie » (WIGNACOURT, op. cit.).

Cet investissement de départ plus important, bien qu'intéressant sur le long terme, creuse les inégalités en rendant encore moins accessible le logement à ceux qui ont de faibles revenus. *« Comment fait-on pour que ceux qui n'ont pas les moyens puissent investir plus initialement pour réaliser des économies en terme de coût global plus importantes ? »* s'interroge Stéphane Gruet (GRUET, op. cit.). Il convient de veiller à ce que de tels logements ne deviennent pas un facteur de ségrégation sociale entre ceux qui ont les moyens d'accéder à un habitat peu consommateur en énergie et ceux qui se retrouvent prisonniers de « passoires » énergétiques qu'ils ne peuvent pas chauffer.

« Le développement durable est un atout économique en même temps qu'une nécessité s'il ne devient pas un facteur de ségrégation sociale partageant les habitants entre ceux qui ont accès à un environnement et un logement de qualité et ceux qui subissent la fracture énergétique » (CHAINTRON, 2010a).

Pierre Chemillier est pessimiste sur le financement d'un logement de qualité pour tous.

« Je ne crois pas que les gains de productivité pourront compenser l'augmentation des coûts liée à l'accroissement des prestations, thermiques par exemple, d'autant que la qualité de la main-d'œuvre stagne. Peut-on faire du logement « pauvre » pour les pauvres ? Je ne le crois pas, mais qui va payer alors ? Il me semble qu'il n'y a pas aujourd'hui de volonté de régler ce problème... » (MERCADAL, CHEMILLIER, 2011).

Si en Suisse ou aux Pays-Bas, *« il y a davantage de moyens dans le logement social parce que dans le social, on fait du qualitatif pour l'avenir, on s'intéresse à l'entretien et on nous donne le champ libre pour faire de la qualité »*, selon Maartje Lammers (PAVILLON DE L'ARSENAL, op. cit. , p.39), en France, le contexte socio-économique est différent. *« La capacité d'investissement des bailleurs sociaux n'est pas toujours suffisante pour garantir davantage de solvabilité aux clients locataires sur les charges. »* (RIGASSI, 2011b). Certains bailleurs sociaux français comme *« Le Toit vosgien »* avec son opération *« les Héliades »* à Saint Dié (TOIT VOSGIEN, [s.d.]), ou Pluralis en Isère avec l'opération *« La petite Chartreuse »* à La Terrasse (ADEME, RÉGION RHÔNE-ALPES, [s.d.]), partent toutefois du principe que l'important est de réduire les charges au minimum pour le locataire. Mais ces opérations restent encore marginales et difficiles à lancer, en raison de l'apport financier important de départ.

1.5.1.5 Le cycle de vie du logement

Entretien

L'entretien du logement est nécessaire pour en maintenir la qualité et éviter sa dégradation qui pourrait causer des dépenses plus importantes encore, en réparations sérieuses. Un bon entretien garantit le maintien de la valeur du logement ou de l'immeuble. Les coûts d'entretien, nettoyage ou petites réparations, concernant les espaces privés sont pris en charge par l'habitant ou le propriétaire du logement. L'entretien des espaces communs est réparti entre les copropriétaires et se traduit en charges collectives, parfois importantes.

« Il n'est pas rare que des collectivités rachètent des logements sociaux cédés à leurs occupants, qui n'ont pas pu les entretenir. Le manquement au paiement des charges cause rapidement la dégradation des parties communes. Or, aucun de ces ensembles précipitamment cédés, n'a fait l'objet d'une remise en question du montant des charges » (SOULEZ, 2009),

remarque le journaliste Christophe Catsaros. Privilégier une construction et des matériaux durables, qui ne nécessiteront que rarement d'être réparés ou changés permet de limiter les coûts d'entretien. La vision de la durabilité des matériaux, cependant, n'est pas toujours juste, comme le fait remarquer l'économiste saône-et-lorien Gilles Denis.

« L'OPAC, comme tous les maîtres d'ouvrage, est obnubilé par l'entretien. Ils ne mettront jamais une fenêtre en bois parce qu'il faut la repeindre. Alors les bardages bois, on a pu leur démonter qu'il n'y a

pas besoin de les entretenir, mais il a fallu du temps. Ils nous auraient fait mettre du PVC partout si l'on les écoutait. Ils ont des budgets pour construire mais peu de budget pour entretenir (DENIS, 2009).

La conception et les matériaux peuvent également être prévus pour un entretien simple : lavables, démontables, échangeables, remplaçables facilement, à l'image des plaques de polycarbonate de la maison Latapie, ou des panneaux de fermacell laissés bruts avec les vis apparentes en finition intérieure de la maison Dubus⁴³ (DUBUS, 2011). Concernant les espaces collectifs, il ne s'agit pas de les réduire au minimum pour en limiter l'entretien, car cela entraînerait une diminution de la qualité de vie. Limiter les espaces de circulations inutiles (ascenseurs, cages d'escalier éclairées au profit de coursives) et les interventions extérieures coûteuses : sortir les poubelles, établir des tours de nettoyage, repeindre, faire de petites réparations soi-même, permet de faire des économies.

⁴³ Interview de l'architecte Nicolas Dubus, réalisée le 12 janvier 2011 par Virginie Granger et Manuel Henry dans le cadre du projet de recherche « Culture scientifique et technique de l'éco-habitat solidaire » du laboratoire CRAterre

Transformations, fin de vie

D'autres dépenses sont nécessaires à plus long terme encore, rarement prises en compte lors de la conception de l'habitat. Il s'agit des coûts de réaménagement, de transformation d'usage (requalification en bureaux par exemple), de mise aux normes, ainsi que des coûts de destruction et de fin de vie, de remise en état des sols. Bien que rarement supportés par le constructeur initial, ces coûts peuvent eux aussi être pris en compte lors de la conception. Le bâtiment peut être prévu pour pouvoir évoluer à moindre coût, avec des cloisons, des façades facilement démontables, des réseaux répartis de manière à permettre un réaménagement simple, à faciliter un changement d'organisation spatiale, voire un changement de fonction du logement. Les matériaux utilisés peuvent ne pas nécessiter des moyens trop importants pour la démolition, le recyclage, la dépollution. Certains vont encore plus loin dans l'idée de coût global avec la notion de coût global « élargi » (MIQCP, *op. cit.*) qui prend en compte des coûts relevant d'impacts indirects de l'habitat, sur la santé par exemple, ou encore sur l'environnement avec les transports ou l'énergie incorporée des matériaux. Selon Frédéric Bonnet et Clément Guillaume,

*« on voit mal comment penser « durable » sans considérer que le long terme est déterminant. Prendre ce point de départ n'est pas simple, puisque cela va à l'encontre d'une pensée économique essentiellement concentrée sur les plus-values à court terme, sans jamais intégrer le coût des externalités sur l'environnement et la santé » (BONNET, CLÉMENT, *op. cit.*).*

Pour combien de temps construit-on ?

La vision du logement à long terme amène à s'interroger sur la durée pour laquelle on construit. Le développement durable d'un territoire ne veut pas forcément dire que les habitations qui y sont construites doivent y être présentes pour l'éternité. De plus les usages du bâtiment peuvent changer. Les quantités de matériaux mises en œuvre et l'énergie demandée pour la construction d'un bâtiment peuvent pousser à entrer dans une logique de construction qui dure plusieurs générations qui puisse garder la possibilité d'accueillir une multitude d'usages. Cependant, ce n'est pas la seule stratégie : une habitation a usage unique, entièrement autonome et démontable est une piste de travail afin d'être le plus léger possible.

Le Collectif Rotor, spécialiste de la réutilisation, pointe quelques exemples

«Certains maîtres d'œuvre, comme Carlo Baumschlager et Dietmar Eberle, conçoivent ainsi des bâtiments sophistiqués, à la fois fortement intégrés dans leur contexte culturel et peu déterminés d'un point de vue fonctionnel, des édifices aussi solides qu'indémontables, qui sont susceptibles de connaître une multitude d'usages au fil du temps. La seconde approche favorise au contraire le caractère éphémère de l'architecture. Un architecte comme Shigeru Ban anticipe pour sa part l'obsolescence rapide de certaines de ses réalisations. Il prévoit leur démontage et planifie avant même leur édification le recyclage d'une grande partie de leurs matériaux de construction. Ainsi entend-il limiter a posteriori l'impact de son architecture sur l'environnement »

(BERGILEZ, GUYAUX, V. PATTEEUW, 2010, p.63-64).

1.5.2 Le transport

Si le transport n'est pas directement lié au logement, il y est inévitablement associé, puisque c'est depuis le lieu d'habitation que l'on se rend au travail, à l'école, dans les commerces. Le transport est une question centrale dans un territoire étendu, inégalement irrigué par les réseaux. Dans sa thèse, Mathilde Chamodot observe que la désertification rurale entraîne une disparition progressive de certains équipements, commerces ou services publics de proximité des communes rurales. Leur concentration dans les villes rend leur accès difficile et provoque parfois un isolement des personnes peu mobiles. Si la voiture individuelle est difficilement écartable dans ce territoire, repenser les mobilités pour offrir des solutions de mobilité satisfaisantes et accessibles à tous, tout en limitant les effets négatifs sur l'environnement est indispensable.

1.6 Conclusion de la partie 1

Dans la première partie de ce travail, l'analyse des différents paramètres qui composent le coût global de l'habitat dévoile la complexité du secteur de la construction du logement et fait émerger les leviers par lesquels agir afin de rendre le logement accessible au plus grand nombre. Chaque élément de la décomposition du coût global de l'habitat (l'installation dans le territoire, le montage et la gestion du projet, la conception, la construction, l'utilisation du logement)⁴⁴, a été abordé sous l'angle du choix des matériaux et des modes constructifs, des relations entre les acteurs de la production de l'habitat, ainsi que du développement économique du territoire inscrit dans une logique de développement écoresponsable.

Le fruit de l'analyse, au premier chapitre, montre la richesse des ressources naturelles présentes en Saône-et-Loire qui pourraient être utilisées pour la construction. L'analyse de l'habitat vernaculaire, ainsi qu'une analyse cartographique confirment que, par le passé, la Saône-et-Loire exploitait déjà des matériaux locaux et les exportaient au-delà de son territoire. Les matériaux les plus utilisés étaient la terre, le bois, la pierre, le chaume. Leur mise en œuvre faisait appel à différentes techniques qui, pour la plupart, ont perduré mais ne sont plus représentatives de la culture constructive contemporaine locale. Les filières contemporaines de matériaux exploitent la matière disponible de manière industrielle, pour produire du granulats pour béton de ciment, ou des briques de terre cuite par exemple. Mais un savoir-faire persiste pour une production et une mise en œuvre artisanales, comme l'illustre le travail des laviers⁴⁵, qui taillent et posent les pierres de couverture.

La ressource en bois, largement représentée en Saône-et-Loire, est un potentiel remarquable pour la production de logements.

⁴⁴ Afin d'avoir une compréhension de la globalité du travail d'analyse et de prospective effectué, il est conseillé, en complément, de lire la thèse de Mathilde Chamodot.

⁴⁵ Artisans spécialistes de la pose de pierres appelées « laves » pour couvrir les toitures

**Partie 2 : Des pistes pour la construction d'un habitat
économique et écoresponsable**

Une deuxième partie prospective qui propose des pistes pour un habitat écoresponsable en Saône-et-Loire

Cette deuxième partie se fonde sur une réflexion prospective. Au regard de la phase d'exploration et d'analyse que constitue la première partie de cette thèse, il s'agit ici de comprendre et éclairer les possibles, de faire émerger des pistes pour d'autres formes et d'autres modes de production de l'habitat adaptés au territoire de Saône-et-Loire, sa population, ses paysages, ses ressources et ses enjeux. Ces propositions se traduisent en pistes de gestion et montage de projet, pistes urbaines et à l'échelle du territoire, pistes architecturales et enfin, pistes constructives.

Le diagramme ci-contre, traduit de l'anglais, est issu d'une recherche de la RISC. Il détaille le cercle vertueux de la construction qui pourrait s'établir entre les acteurs classiques de la production de l'habitat sur un territoire. Il est à comparer avec le diagramme du cercle vicieux présenté dans l'analyse (Fig. 55).

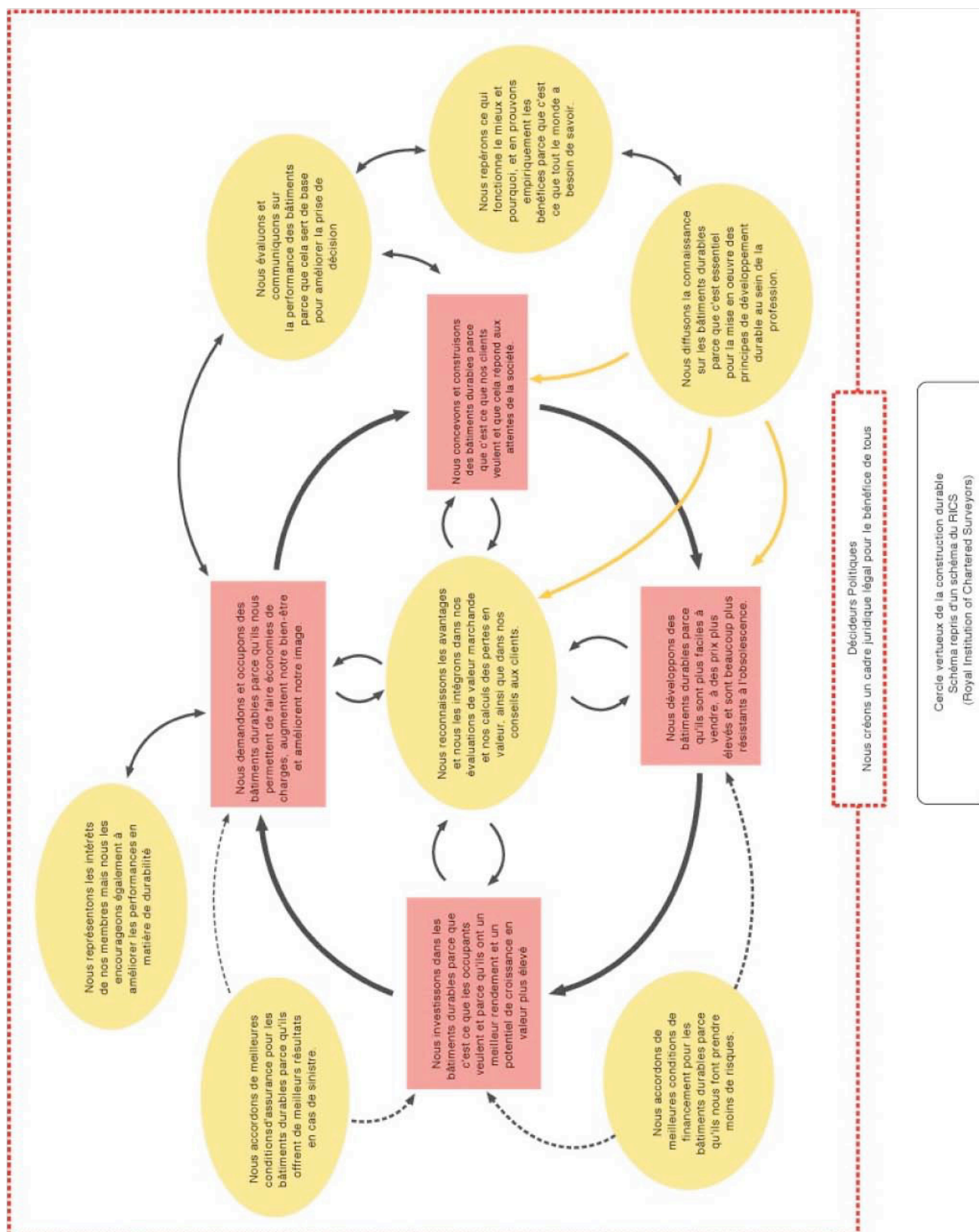


Fig. 57 Cercle vertueux de la construction durable. Schéma repris d'un schéma du RICS (Royal Institution of Chartered Surveyors) (RICS EU PUBLIC AFFAIRS MANAGER, HARTENBERGER, 2008)

2.1 Pistes de montage et de gestion de projet

2.1.1 Mieux valoriser la conception

Investir plus de temps et de réflexion dans la conception est primordial pour produire des logements de qualité avec un budget serré. Cet investissement au départ permettra par la suite de faire des économies en coûts de construction, ainsi qu'en charges, en consommation énergétique principalement. Il permettra également de garantir la fonctionnalité et la qualité des espaces du logement. Pour cela, il est indispensable de sensibiliser les habitants, les bailleurs et les collectivités locales à l'importance de l'apport de l'architecte dans les projets de logement et de mieux valoriser son investissement de travail au plan socioéconomique.

2.1.1.1 *Concevoir des logements de qualité avec un budget serré*

Dans sa thèse, Mathilde Chamodot rappelle qu'il n'est pas envisageable de produire de l'habitat économique au détriment de la qualité de vie des habitants. L'économie du projet doit se faire dans une logique de conception globale. Afin d'optimiser les moyens financiers, matériaux et humains, à court et à long termes, il semble judicieux d'investir suffisamment dans la conception et d'accroître le recours à l'architecte.

2.1.1.2 *Vers une conception plus collaborative*

Associer les bureaux d'étude techniques dès les premières esquisses permet de s'accorder sur des stratégies structurelle, thermique ou de gestion des fluides au départ, et de ne pas réadapter l'ensemble du projet ou ajouter des dispositifs supplémentaires à chaque problème rencontré. Bien souvent, un travail collaboratif entre maître d'ouvrage, concepteurs et entreprises est plus efficace pour arriver à une économie de projet. Toutefois, le temps nécessaire à ce type de conception et le nombre de réunions qu'elle implique, peuvent décourager une telle démarche. Par exemple, associer les entreprises pour prendre en compte les contraintes constructives dès les premières études permet de bénéficier de l'expérience de celles-ci et de s'adapter à leurs capacités de production. Le dialogue en amont du projet entre architecte et artisan reste rare, mais des collaborations existent déjà. La commande publique, par le recours à la procédure d'appel d'offre limite l'impact de la conception collaborative, par l'attribution des marchés à des entreprises mises en concurrence. (Voir 1.2.3 : la question des normes et des procédures, p.91)

2.1.2 Favoriser la participation des habitants à l'élaboration et la gestion de leur cadre de vie

Voir résumé paragraphe suivant

2.1.3 Favoriser la participation des habitants et les projets d'habitat groupé

Dans sa thèse, Mathilde Chamodot démontre qu'en intégrant de manière plus importante le point de vue de l'habitant et en soutenant des initiatives habitantes, il est possible d'améliorer l'offre défailante en logements accessibles financièrement, avec des alternatives aux systèmes classiques du logement social ou de la promotion privée. L'habitat groupé semble une piste prometteuse, en particulier pour la revitalisation des zones rurales. Ce type d'habitat, dont le degré de partage d'espaces s'adapte au choix des habitants, permet de mutualiser les ressources et les moyens et d'habiter de manière plus conviviale. En permettant à plusieurs générations de cohabiter, il peut résoudre une partie des problèmes liés au logement des personnes âgées. Des outils et des méthodes sont toutefois encore à mettre en place pour rendre ce type d'habitat accessible à un plus large public. Il est nécessaire de sensibiliser les collectivités locales, les bailleurs sociaux, les promoteurs et les habitants à ces démarches, de former des professionnels à l'animation de groupes et des architectes à la conception participative, qui pourront accompagner les différents projets privés ou des communes, d'apporter un soutien et un accompagnement, notamment juridique et architectural, aux projets initiés par les habitants, et d'initier des projets portés par des acteurs publics (communes ou autres). Concernant les projets d'habitat groupé dans des bâtiments existants, il serait intéressant de repérer les propriétaires occupants âgés de grandes maisons, susceptibles de partager leur habitation, ainsi que les bâtiments inoccupés qui pourraient accueillir de l'habitat groupé.

Créer des statuts d'occupation adaptés aux habitants à faibles revenus

Les statuts d'accession à la propriété et de location présentent chacun des avantages et des inconvénients pour les habitants à faibles revenus. Plusieurs pistes, comme la dissociation de la propriété et du droit d'usage, les coopératives d'habitants pour accéder collectivement à la propriété ou l'accession progressive à la propriété, se dessinent pour éviter une précarité et un endettement trop importants. Pour développer ces pistes, sensibiliser les collectivités locales, les bailleurs sociaux, modifier les textes de lois et les normes sont nécessaires.

2.1.4 OUTsiders et Armadillo Box 71, des pistes d'habitat économique et écoresponsable : une expérimentation collective

2.1.4.1 OUTsiders, habiter les saisons

OUTsiders (Fig. 58) est un projet d'habitat écoresponsable lauréat d'un concours étudiant organisé en automne 2008 à Paris par la Cité de l'Architecture et du Patrimoine et la commissaire de l'exposition « Habiter écologique », Dominique Gauzin-Müller. Le projet OUTsiders⁴⁶ a permis aux acteurs engagés dans la réflexion sur l'habitat en Saône-et-Loire (participant au Club d'entreprises « Habitat durable 71 ») : artisans, architectes, entrepreneurs, élus et membre de collectivités, étudiants et enseignants de l'école d'architecture de Grenoble, et ingénieurs, de travailler en collaboration sur des axes de recherche novateurs en vue de rendre financièrement accessible un habitat économe en énergie, tout en valorisant les ressources humaines et naturelles du territoire.

La mutualisation d'espaces, l'utilisation des ressources et savoir-faire locaux, la recherche d'économie par de nouvelles formes de mise en œuvre (autoconstruction, autofinition entre autres), ainsi que la gestion optimisée des énergies furent des points abordés lors de l'élaboration de ce projet. Cette réflexion a débuté en prenant appui sur le projet d'étudiants « OUTsiders », qui apportait d'ores et déjà des éléments de réponse potentiels. Des réunions, des conférences et des expositions ont été organisées dans le lieu choisi pour l'implantation du futur prototype : la Galerie Européenne de la Forêt et du Bois⁴⁷. Plusieurs lettres d'information ont été envoyées aux acteurs locaux de la construction. Ces actions ont démontré une réelle volonté du maître d'ouvrage, en l'occurrence le Conseil général de Saône-et-Loire, de faire partager la réflexion le plus largement possible. Cet extrait de la Lettre d'information n°1 sur l'habitat durable, éditée par le conseil général de Saône-et-Loire, détaille les points principaux du projet :

« Un projet prétexte à réflexion : "OUTsiders" propose une nouvelle manière d'habiter : habiter les saisons, habiter confort, habiter ensemble. La stratégie adoptée est de construire moins, mais à l'abri d'un grand parapluie capteur d'énergies, créateur d'un microclimat gérable par chacun des habitants, bien agencé et évolutif, habiter plus dehors. Ainsi, pour un logement de 1 à 4 personnes on aura 46 m² intérieur, 32 m² dehors habité, 100 m² dehors couvert, 100 m² extérieur, soit un habitat de 46 m² à 280 m² selon les saisons.

⁴⁶ Etudiants concepteurs lauréats du concours : Léa Dillard, Johan Després, Vincent Robin, Pierre Belleoud, Simon Dereymaeker, Fabien Charleau

⁴⁷ GEFB, Galerie Européenne de la Forêt et du Bois : lieu d'exposition, de diffusion et de sensibilisation sur le bois, ainsi que plus largement sur « l'habitat durable », s'adressant aux particuliers, aux scolaires et aux professionnels. Dompierre-les-Ormes, Saône-et-Loire.

L'implantation de plain-pied du projet permet une accessibilité aux personnes à mobilité réduite, et la polyvalence et l'extensibilité des espaces répondent aux différents besoins de logements, de la famille monoparentale à la famille nombreuse. Il est prévu que le "parapluie" soit mis en place par une entreprise et que le module soit réalisé en autoconstruction solidaire. "OUTsiders" privilégie l'utilisation d'énergies renouvelables (eau, soleil, bois ...) et mènera une recherche sur l'autonomie énergétique complète (électricité, chauffage, eau et transport) en instrumentant le prototype. Dans les choix des matériaux et techniques constructives, le prototype tentera de développer une dynamique locale en accord avec les maîtres d'ouvrage, à travers l'utilisation des matériaux et des savoir-faire locaux (échanges avec les constructeurs et la filière bois) et de promouvoir l'innovation architecturale et les potentialités constructives du matériau bois, les ressources du territoire de la Saône et Loire. »

(CLOQUET, CHAMODOT, CG 71, 2009a)



Fig. 58 Perspective du premier projet OUTsiders, lauréat du concours « Habitat écologique » montrant un mode de vie différent selon les saisons (été, intersaisons, hiver) (DILLARD, ROBIN, BELLEOUD, 2009)



Fig. 59 Outsiders sur le site de la Galerie Européenne de la Forêt et du Bois (71) - Insertion paysagère (*Ibid.*)



Fig. 60 Prototype Armadillo Box© en 2010 à Madrid, lors de la compétition (Photo : B. Cloquet, 2010)



Fig. 61 Armadillo Box 71 sur le site de la Galerie Européenne de la Forêt et du Bois (71) - Insertion paysagère
(Image : Maxime Bonnevie, Cédric Gaillard, Nicolas Dubus, Equilibre architecture, CG71)

2.1.4.2 Armadillo Box 71, déclinaison du prototype Armadillo Box SDE 2010

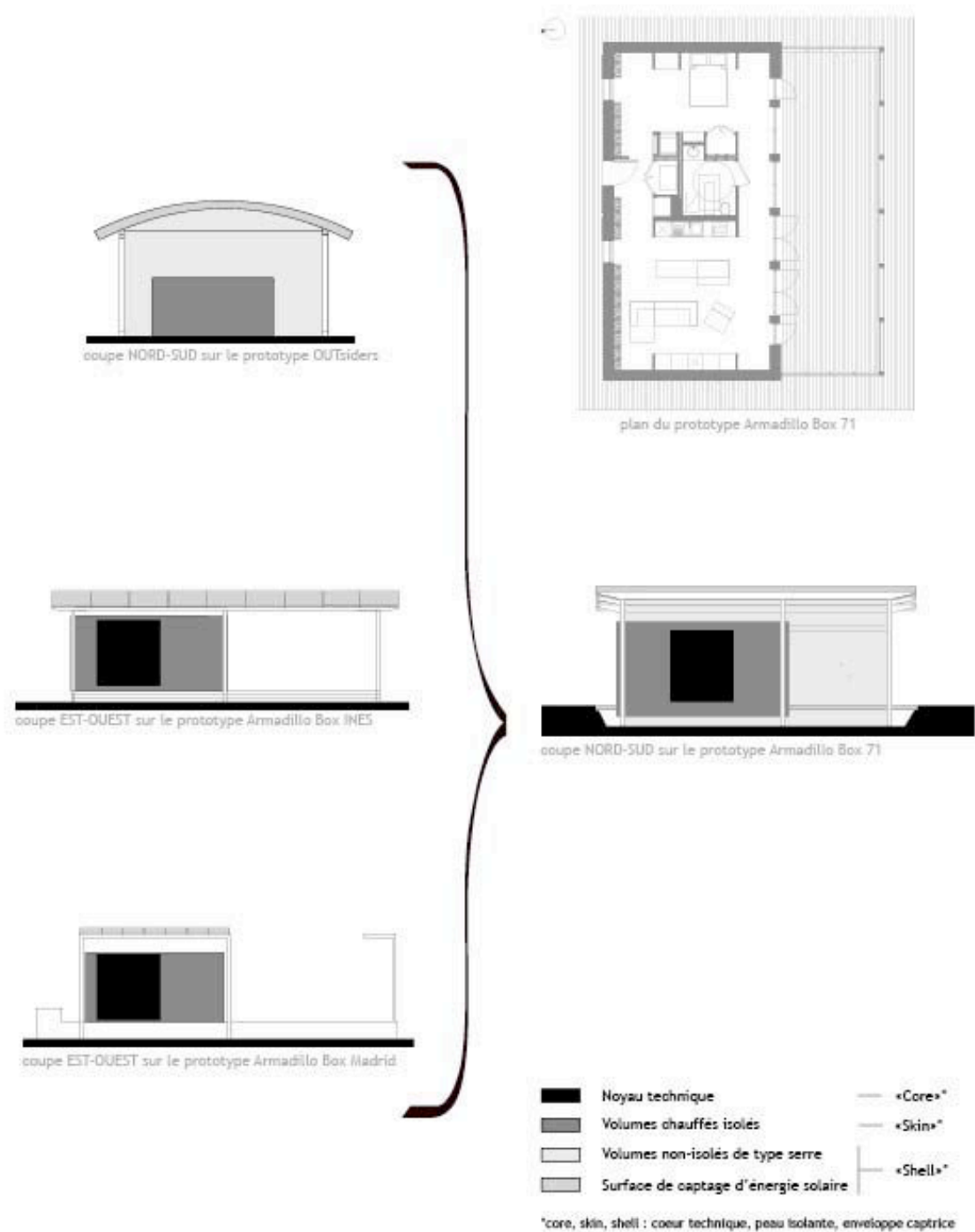


Fig. 62 Reprise des concepts architecturaux et techniques des projets Armadillo Box (Madrid et Ines) et OUTsiders pour la déclinaison du prototype Armadillo Box 71.

Suite à cette première étape de réflexion, le projet de prototype a évolué. Le second projet, Armadillo Box 71, emprunte à OUTsiders la double peau et le principe de boîte potentiellement *autoconstructible* sous un grand parapluie.

Pour un logement pour deux personnes, la maison a une surface de 70 mètres carrés intérieur et un grand jardin d'hiver de 48 mètres carrés. L'implantation de plain-pied du projet facilite l'accessibilité aux personnes à mobilité réduite. L'extensibilité des espaces accompagnera l'évolution du ménage (deux, puis trois, voire quatre personnes) pour mieux répondre aux besoins. Il utilise également l'expérience accumulée par le projet « Armadillo box © », prototype d'habitat solaire ayant obtenu la 4^{ème} place lors de la compétition internationale étudiante de maison solaire : Solar Decathlon Europe à Madrid en 2010.

« Armadillo box© » a été conçu par une équipe pluridisciplinaire (étudiants en architecture, en école d'ingénieurs, en IUT, étudiants en management...). C'est une « formule 1 » (ROLLET, 2010) de l'habitat solaire très performante énergétiquement. Les coûts de cette expérimentation ne sont donc pas adaptés aux projets économiques en Saône-et-Loire, mais cela a pu cependant enrichir la conception de sa déclinaison Saône-et-Loirienne en posant la question de la simplicité des systèmes de régulation thermique ainsi que de l'inscription du projet dans le développement d'un territoire ciblé.

Des professionnels locaux impliqués en amont ⁴⁸

Le but du projet de prototype, inscrit dans le partenariat qui lie le Conseil général de Saône et Loire et l'ENSAG⁴⁹ était de faire participer étudiants (ENSAG et ENSAM Cluny⁵⁰) et artisans, représentants de la CAPEB 71, de la Chambre de Métiers 71 (CHAMBRE DES MÉTIERS ET DE L'ARTISANAT DE SAÔNE-ET-LOIRE, 2010), et de la filière bois, à la réflexion sur le projet de la conception en amont à la construction avec une réelle possibilité d'expérimentation. Cette méthode devrait apporter une réelle plus-value pour tous les corps de métiers en limitant de nombreux allers et retours entre les concepteurs et les constructeurs et en diminuant les incompréhensions potentielles. Elle favorise l'engagement de tous dans le bon déroulement du chantier et, bien entendu, cela limite les coûts engendrés généralement par une méthode plus classique. Les auteurs du livre Housing Platform mettent cette méthode comme règle à suivre pour une conduite de projet « optimisée » :

«- solliciter les entreprises très tôt dans le projet, tout en s'assurant de leur mise en concurrence ;

- limiter la dilution des responsabilités qui augmente le coût : maître d'ouvrage délégué (MOD), maître d'œuvre d'exécution (MOEX), bureau d'études techniques (BET), structure, façades, fluides, HQE, acoustique, scénographe, bureau de contrôle (BC), coordonnateur de système de sécurité incendie (CSSI), ordonnancement, pilotage et coordination (OPC), experts...

- exiger la présence d'un contrôleur de conformité à plein-temps sur le site de construction » (PAVILLON DE L'ARSENAL, op. cit. , p.20).

⁴⁸ Voir plaquette Partenaires Armadillo-Box 71 en annexe

⁴⁹ Ecole Nationale supérieure d'architecture de Grenoble

⁵⁰ Ecole Nationale supérieure des Arts et Métiers de Cluny

A la recherche d'une gestion de projet « optimisé » s'ajoute une composante pédagogique. Deux jeunes architectes, Cédric Gaillard et Maxime Bonnevie, en mise en Situation Professionnelle dans le cadre de leur formation HMONP, encadrés par Nicolas Dubus, enseignant à l'ENSAG et fondateur de l'agence d'architecture Équilibre, ont cherché à mettre au point le prototype avec les professionnels engagés dans le projet, et à suivre sa réalisation. Tous trois ont acquis une solide expérience de la gestion de chantier avec le Solar Decathlon 2010 auquel ils ont participé.

Une démarche collective de prototypage de maison économique

La phase d'expérimentation était inscrite dans un cadre de recherche dans les domaines de l'architecture et des modes constructifs, mais aussi plus globalement dans le domaine de la gestion collaborative d'un projet expérimental, mettant autour de la table de multiples corps de métiers et de multiples établissements publics et privés. Une plateforme d'expérimentation en architecture rassemblant autant d'acteurs différents n'est pas courante.

La mise au point du projet a été une source de débats et d'échanges d'informations, d'idées et d'expériences mais aussi de visions différentes. Elle a permis aux contributeurs de poser les bases d'une première réflexion globale pour aller vers un habitat économique et écologique utilisant les ressources locales. Quelle part doivent prendre les procédés « high-tech »⁵¹ au risque de se couper des ressources locales ? Comment faire appel à des techniques « low-tech »⁵² au risque de ne pas pouvoir les répliquer, de ne pas être très efficace, ou de ne pas entrer dans la logique de productivité des entreprises ?

Différentes visions de la notion d'« innovation » ont été abordées. Quelles innovations apporter en matière de techniques, de matériaux, de formes architecturales, de gestion de projet ? Comment faire en sorte que ce prototype puisse montrer des voies d'utilisation du bois, de la pierre ou de la terre, trois matériaux ayant appartenu aux cultures constructives locales jusqu'au milieu du 20^e siècle, tout en garantissant une réponse économique ? Quel équilibre entre « high-tech » et « low-tech » ? Comme l'affirme Renzo Piano : « *C'est un geste inutile et présomptueux que de vouloir innover à tout prix, en ignorant que l'architecture se fonde sur un grand patrimoine commun en perpétuelle évolution.* » (PIANO, CASSIGOLI, 2009, p.137).

⁵¹ Anglicisme : technologie la plus avancée la plus moderne.

⁵² Anglicisme : simple économique et populaire

Une vision commune devrait voir le jour afin d'obtenir une réponse efficace. Depuis le début du projet les partenaires étaient prêts à expérimenter et sortir de leurs habitudes de construction :

« Comme toujours en architecture, il ne peut y avoir de bon résultat sans ambition et volonté partagées des parties prenantes (maîtres d'ouvrage, d'œuvre, entreprises). L'innovation est à ce prix et pourrait être stimulée par la volonté bien comprise d'un habitat respectueux de l'environnement sur l'ensemble de son cycle de vie. La HQE, aujourd'hui présente dans toutes les bouches, concerne au premier chef les fabricants de matériaux et de systèmes. Mais aussi les constructeurs. En préférant s'en tenir à leur savoir-faire ou assurer lourdement le risque, ils pèsent sur le coût final du bâti et freinent l'émergence de solutions et pratiques nouvelles tant attendues par le logement social. Une telle situation appelle une révolution profonde des mentalités, une culture renouvelée des maîtrises d'ouvrage publiques et privées, des législateurs, des entreprises du bâtiment, des ingénieurs et des architectes leur permettant enfin de travailler ensemble plutôt que, trop souvent, dans la confrontation, voire dans l'opposition. » (POUSSE, RAMBERT, 2009)

En parallèle de la conception du prototype, un travail expérimental à visée pédagogique⁵³ a pu être réalisé en partenariat avec les Grands Ateliers de l'Isle d'Abeau. La mise au point de charpentes (ci-dessous) ainsi que des travaux sur l'espace du prototype à échelle un ont pris forme dans les Grands Ateliers.



Fig. 63 Expérimentation de Charpente pour le prototype Armadillo Box 71 aux Grands Ateliers de l'Isle d'Abeau (Villefontaine, Isère), septembre 2010 (Photo : ENSAG 2010)

⁵³ Master 2 ayant pour thématique « Architecture, Environnement et Cultures Constructives », ENSAG 2010



Fig. 64 Expérimentation pour le Prototype Armadillo 71 (Bois et Acier) aux Grands Ateliers de l'Isle d'Abeau (Villefontaine, Isère), septembre 2010 (Photos : ENSAG, 2010)

L'expérimentation n'est pas une chose commune pour les écoles d'architecture et elle est particulièrement absente du monde professionnel de la construction. Comme le rappelle Patrick Bouchain, dans une interview :

« L'architecture n'est pas assez expérimentale, elle est trop mentale : ne pourrait on pas penser une architecture expérimentale dont l'acte influencerait sur la pensée au lieu d'une pensée attendant un acte qui ne vient pas ? Ce projet doit être mené dans la quiétude et non pas dans l'urgence et ce que l'on fait doit être observé, corrigé par l'apport théorique d'autres personnes, comme dans une sorte d'université foraine. Le lieu de l'expérimentation devient ainsi le lieu de la transmission, de l'enseignement. » (SOULEZ, op. cit.)

Lotissement des coccinelles : l'utilité d'une maison prototype

« Face aux interrogations et incompréhensions, la construction d'une maison prototype est devenue essentielle, permettant de se rendre compte de la qualité des espaces, de leur modularité et de l'impact des constructions dans le paysage. Elle a aussi été l'occasion de faire une expérimentation technique à l'échelle réelle pour le charpentier. Enfin, elle a servi de vitrine des énergies renouvelables pour la Région Alsace, qui a contribué largement à son financement. » (DER MADIROSSIAN, VAUTRIN, CERTU, ET AL., 2011, p.74)



Fig. 65 Projet lotissement des coccinelles, Sainte Croix aux Mines - Perspectives et plan du concours (images : architectes Gstudio).

Des prestataires investis sur les maisons-témoins

« Certains intervenants sont allés au-delà de leur mission de base en s'investissant pleinement dans le projet. Les architectes de l'opération ont ainsi réalisé une deuxième maison, pour leur propre compte, afin de la tester en taille réelle. Des étudiants du territoire ont contribué à sa construction dans le cadre d'un chantier-école. Un projet participatif intitulé « Occupation maximale » a mis à disposition le local construit pour des artistes, associations ou stagiaires, tous invités à s'approprier l'espace. Leur vécu dans la maison a ainsi été source de retours d'expérience pour l'équipe du projet. L'entreprise de charpente a ensuite construit un troisième logement dans lequel elle a poussé à leur maximum les prérogatives environnementales liées aux matériaux et à leur mise en œuvre. Cette maison sert à ce jour de « laboratoire » : elle est occupée par une famille à l'étage et un bureau d'étude est installé en rez-de-chaussée. » (DER MADIROSSIAN, VAUTRIN, CERTU, ET AL., *ibid.*, p. 70)

Des projets novateurs, malgré le contexte normatif

Sans s'affranchir des normes, il est difficile de prendre de la distance pour repenser un problème en toute liberté et expérimenter avec suffisamment d'audace. En suivant toutes les normes et réglementations (thermiques, handicap, surdimensionnement structurel, marché public, DTU...), il est délicat de sortir de nouvelles manières de produire et construire. Néanmoins, le produit sorti du *brainstorming* concernant les deux prototypes OUTsiders et Armadillo Box 71 est constructible dès aujourd'hui et apporte des innovations. Ces idées viennent essentiellement du travail collaboratif entamé avec les professionnels locaux afin de favoriser les filières courtes ainsi que des principes architecturaux et thermiques passifs permettant de qualifier ce projet d'habitat écoresponsable⁵⁴ :

- les choix de matériaux locaux : le bois, la pierre

Mettant en œuvre les savoir-faire et les ressources du territoire, le projet cherche à limiter son empreinte écologique en utilisant les matériaux les plus proches de son lieu de construction, mais aussi à participer au développement durable d'une filière de matériaux local : la filière bois en valorisant les deux essences les plus exploitées localement : le chêne et le douglas. L'utilisation de la pierre a été évoquée pour apporter de la masse thermique à l'intérieur.

- approche thermique de Armadillo Box 71 :

« Une approche thermique double :

- *Vivre dehors plus longtemps en étant protégé par un microclimat. Ceci est rendu possible par la présence de la serre. Outre l'espace supplémentaire créé assimilable à une prolongation du séjour, celle-ci permet de conserver la vue vers l'extérieur tout en garantissant une lumière abondante à l'intérieur de la maison.*
- *Vivre confortablement à l'intérieur, dans une atmosphère contrôlée, tout en maîtrisant sa consommation énergétique. Le projet répond ainsi aux besoins énergétiques d'un bâtiment BBC (bâtiment basse consommation), soit une consommation moyenne inférieure à 50 KWh/ m2/an avec des besoins en chauffage estimés à 3045 kWh.*
- *Armadillo Box 71, reprenant des fondements d'Outsiders, est un projet d'habitation évoluant spatialement en fonction des saisons et des besoins. Le prototype adopte une stratégie énergétique adaptée aux évolutions climatiques annuelles. ».*

Nicolas Dubus dans (CG 71, CLOQUET, CHAMODOT, 2011), disponible en annexe

⁵⁴ Voir définition p.22

2.2 Pistes à l'échelle du territoire et de la commune

2.2.1 La répartition de la population sur le territoire

Dans sa thèse, Mathilde Chamodot explique que la répartition de la population sur le territoire devrait se faire préférentiellement dans une logique de concentration autour de pôles déjà urbanisés qui offrent des services publics et des commerces de proximité. Ceci permettrait de limiter le besoin de trajets en voiture et de redynamiser les petites villes et les bourgs qui pourraient représenter des centralités secondaires.

2.2.2 Mieux gérer le foncier

Pour mener une politique forte et cohérente d'occupation écoresponsable du territoire, mieux gérer le foncier est indispensable. Pour parer au laisser-faire qui a pour résultat une consommation trop importante de foncier, une intervention publique volontariste semble inévitable. Cette intervention peut avoir lieu à plusieurs échelles territoriales et prendre différentes formes, utiliser plusieurs outils existants ou à mettre en place: création de documents d'urbanismes intelligents cohérents de l'échelle de la commune à l'échelle d'un territoire de projet plus vaste, mise en place d'un établissement public foncier local, régulation du marché du foncier et de l'immobilier.

2.2.3 Accompagner les communes rurales pour un développement urbain durable

L'urbanisme écoresponsable est un urbanisme « de projet », c'est-à-dire qui a des objectifs à long terme, et qui mène des opérations au cas par cas, par petites touches pour les atteindre. Dans sa thèse, Mathilde Chamodot parle d'« acupuncture urbaine » pour faire évoluer petit à petit le cadre de vie tout en lui conservant une identité propre. Il n'existe donc pas de « recette » d'urbanisme durable applicable à tous les cas. La transversalité et la complexité des enjeux font que les communes ont souvent besoin d'un accompagnement de professionnels pour faire un diagnostic, énoncer leur projet et mettre en place les outils pour atteindre concrètement les objectifs fixés. Il est également indispensable de sensibiliser la population, les élus, les propriétaires fonciers et immobiliers. Les petites communes rurales, qui ont peu de savoir-faire spécialisé à leur disposition, ont particulièrement besoin d'un tel accompagnement. CAUE, Point info-énergie de l'ADEME, Atelier Technique Départemental sont des structures qui ont cette vocation, mais qui sont peu connues et n'ont pas suffisamment de moyens pour travailler avec l'ensemble des communes. Les renforcer leur permettrait de jouer un rôle plus actif en faveur de l'amélioration de la qualité du cadre de vie en Saône-et-Loire.

2.2.4 Privilégier la redynamisation des centres sur la construction en extension

2.2.4.1 Occuper le bâti existant en priorité

Occuper le bâti existant est la priorité pour limiter l'étalement urbain et la surconsommation de ressources en matériaux et en énergie pour construire des bâtiments neufs. Pour cela, il est nécessaire de repérer les logements à améliorer au niveau du confort et de la qualité des espaces, les bâtiments vacants à rénover pour y créer des logements attractifs et à proximité des commodités du centre-ville ou village. Il est envisageable de diviser à nouveau une habitation qui serait trop vaste pour la rendre financièrement accessible, ou de créer des jardins dans un tissu urbain de centres-villes ou centres-bourgs pour donner à des logements les qualités recherchées par les habitants.

2.2.4.2 En second lieu, densifier le tissu déjà urbanisé

En second lieu, il convient de densifier les zones déjà urbanisées en construisant sur le foncier libre dans les centres avant de construire en extension. Les centres-villes et centres-villages sont prioritaires, mais la densification des quartiers périphériques dans les villes très attractives est également une alternative envisageable à l'étalement urbain.

2.2.4.3 Rendre l'habitat isolé autonome énergétiquement et plus

Dans le cas où une installation se ferait en zone rurale très éloignée des réseaux, on pourrait imaginer des habitations autonomes en énergie et en eau, ou groupées en micro-réseaux, pour limiter les déperditions d'énergie des grands réseaux. D'autres moyens potentiels d'économie :

- Une production d'énergie par l'habitat ou le groupement d'habitat ?

« Le XXI^e siècle sera lié à un tournant énergétique majeur marqué par le passage des énergies fossiles aux énergies dites renouvelables : l'eau, le soleil, le vent auront une part prépondérante dans le nouvel écosystème humain. Comment ce changement de paradigme technique et énergétique va-t-il orienter sur le long terme nos modalités d'établissement sur le territoire et notre rapport au lieu ? Comment va-t-il induire de nouveaux modes d'habiter et, simultanément, nourrir un nouvel imaginaire architectural ? Quel paysage va-t-il en retour « naître » de ce nouvel écosystème ? » (GUILLLOT, CHÉNOT, DAVID, ET AL., 2010, p.109)

Le recours à toute énergie décarbonnée et renouvelable (hydroélectricité : restauration des anciens moulins, éolien) sur le site par des systèmes technologiques à la taille du réseau local ou de l'habitation, peut permettre de tirer parti avantageusement des ressources offertes par un site.

La Saône-et-Loire est une région rurale qui est reconnue pour l'élevage de bovins en grande quantité et de grande qualité, l'utilisation de l'énergie issue de la méthanisation du fumier pourrait se généraliser afin de fournir un complément d'énergie intéressant pour les éleveurs. Certains agriculteurs disposant d'un terrain propice à l'implantation d'éoliennes installent déjà de petites unités tirant avantage de leur terrain autant pour l'élevage que pour l'énergie.



Fig. 66 Eolienne dans une ferme dans le Charolais, (Basile Cloquet, juin 2012)

- Des véhicules alimentés en énergie par la maison

La voiture est indispensable en milieu rural. Le bâtiment d'habitation peut aussi jouer le rôle de capteur et de borne de rechargement pour un véhicule. Plus pratique en ville actuellement, où le besoin d'autonomie du véhicule est plus faible, des voitures électriques sont déjà sur les routes, mais encore peu utilisées car la technologie liée au stockage de l'énergie est encore en développement. Lors du concours SolarDecathlon 2010 d'habitat solaire (voir p.146) certaines équipes prévoyaient déjà l'alimentation par énergie électrique solaire d'un véhicule électrique⁵⁵. D'autres carburants pourraient être produits par la maison, comme les

⁵⁵ Intégrant le principe que l'énergie que l'on économise vraiment est celle que l'on ne consomme pas, la firme allemande Loremo dessina – l'entreprise n'existe actuellement plus en 2012 – une voiture en repensant totalement le châssis du véhicule, afin de le rendre le plus léger possible. La voiture pesait donc très peu et l'énergie qu'il fallait pour la faire circuler était moindre. De la voiture à la maison, les schémas de la gestion des énergies font varier le design et demandent à repenser en profondeur les structures paraissant acquises.

biocarburants à base d'algues, qui pourraient se retrouver dans les moteurs de nombreuses machines et véhicules sans effectuer un trop grand saut technologique.



Fig. 67 Maison du pot de Fer : vue lointaine, deux vues de chantier avec panneaux solaires et petite éolienne (Photo : AtelierZéroCarbone) (M.P., 2011)

La maison du Pot de Fer (Fig. 67) (M.P., 2011)

Cette habitation autonome en énergie conçue par AZCA (Atelier Zéro Carbone Architectes : Marine Jacques-Leflaive et Emmanuel Dupont) a été livrée en 2011 dans la commune de Puligny-Montrachet (Côte d'Or). Le programme consiste en recevoir la famille du maître d'ouvrage et trois chambres d'hôtes destinées à l'accueil de séminaires de l'École des Vins et des Terroirs. Elle a été réalisée selon trois principes :

- **Bioclimatisme** : La conception a pris en compte le milieu (environnement, site, climat, orientation) et les modes de vie des occupants pour proposer une organisation spatiale dont l'objectif est la sobriété énergétique. Le bâtiment s'articule en trois volumes simples avec chacun une entrée indépendante. Les deux principaux volumes, qui accueillent les pièces de vie, sont orientés nord-sud. Le troisième bloc, qui abrite une chambre et un local technique, et a moins besoin de chaleur, est orienté est-ouest. Les pignons sud sont dotés de grandes verrières à double vitrage pour profiter de la vue, des apports solaires et de la lumière naturelle. Les façades nord, est et ouest sont à peine ponctuées de petites ouvertures équipées de triple vitrage.
- **Passivité** : L'isolation de l'habitation est assez importante pour ne pas nécessiter de chauffage. La chaleur produite par les habitants et les appareils électroménagers suffisante. Les matériaux et le système constructif sont simples et participent à l'efficacité thermique. L'ensemble du système constructif (sols, murs et toitures) est réalisé en panneaux d'épicéa massif contrecollé croisé. L'isolation par l'extérieur en panneaux de fibre de bois denses permet d'éviter efficacement les ponts thermiques. Les carreaux en pierre de Chassagne au sol augmentent la masse thermique de l'édifice. Un mur courbe en briques derrière le poêle joue le rôle d'accumulateur et de réfracteur de chaleur.
- **Autonomie** : Toute l'énergie nécessaire pour l'eau chaude et l'électricité est produite par la maison avec des panneaux solaires thermiques et photovoltaïques, une micro éolienne, et un poêle à bûche pour l'appoint de chauffage.

Le coût de ce bâtiment (350 000 euros, hors honoraires des architectes pour une surface totale habitable (SHON) de 145 m²) représente environ 20% de plus qu'une maison traditionnelle. Toutefois, les coûts d'exploitation sont quasi nuls.

- L'alimentation : le potager peut être une source d'économie

Dans les villages Saône-et-Loire, les maisons accolées, en bandes ou individuelles et les petits collectifs disposent souvent d'une parcelle suffisante pour permettre à leurs habitants de faire un potager et subvenir alors à une partie de leurs besoins. Dans le contexte rural, à de rares exceptions près (centre très dense), les installations de potagers hors sol, ne sont pas utiles, car l'espace cultivable est bien présent. Mais l'habitant de la maison doit passer du temps à cultiver son jardin pour avoir de légumes, et ce temps n'est pas forcément disponible. De plus le vieillissement de la population du département pousse certaines personnes âgées, notamment les femmes une fois veuves, à revenir vers les centres bourg, plus proches des commodités et à abandonner l'entretien de leur potager.

2.2.4.4 *Lorsque le besoin en logements est important, réaliser des extensions de ville ou de village denses*

Enfin, lorsque le besoin en logements est important et que le potentiel de réhabilitation et de densification n'est pas suffisant pour répondre aux besoins en logements, réaliser des extensions de ville ou de village denses et bien connectées au centre devient inévitable.

Réduire le recours à la voiture

Une politique de mobilité « citoyenne » devrait être menée sur le territoire. Dans sa thèse, Mathilde Chamodot propose des alternatives au « tout automobile » qui revisitent le système d'organisation des mobilités.

2.3 Pistes architecturales

2.3.1 La simplicité, un préalable

La simplicité architecturale, constructive et administrative du projet semble être un préalable pour pouvoir produire des logements de qualité abordables. Dans sa thèse, Mathilde Chamodot constate que la plupart des architectes qui réussissent à atteindre cet objectif ont une démarche de projet radicale.

2.3.2 Réhabiliter des bâtiments existants

La part de logements vacants est relativement importante en Saône-et-Loire. Cela ne signifie pas forcément que tous les besoins en logements sont satisfaits, mais plutôt qu'une part de l'offre ne répond plus aux aspirations des habitants, en termes de taille du logement, de coût, de qualité spatiale, mais aussi de confort du point de vue thermique, des charges en chauffage. Par ailleurs, beaucoup d'habitants sont victimes de « précarité énergétique » et vivent dans des logements inconfortables, vétustes, ne correspondant plus aux normes de confort actuelles. Pourquoi ne pas améliorer toutes ces habitations existantes, ainsi que les bâtiments vacants ayant d'autres fonctions, en les réhabilitant et en améliorant leur confort spatial et thermique pour en faire des habitations de qualité ?

Cela serait moins consommateur de moyens, de matière et d'énergie que de construire du neuf. Pour les vingt-cinq architectes signataires du manifeste « Faut-il démolir le patrimoine du XX^e siècle ? » (BOREL, CABESTAN, CAILLIAU, ET AL., 2012), la démolition d'immeubles de logements qui peuvent être réparés ou rénovés n'est pas nécessaire.

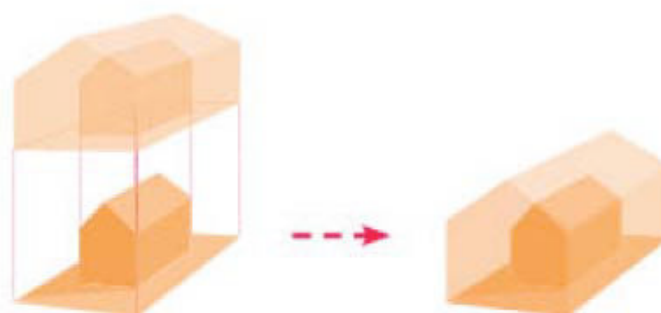
« Cette « braderie » détruit des logements alors que l'on déplore leur pénurie, prive de travail entreprises et artisans capables de les restaurer ou de les réhabiliter, et nous dépossède d'un patrimoine du XX^e siècle, qui est le nôtre. (...) Pour développer la ville durablement, ne faut-il pas tout entreprendre pour maintenir les habitants dans les logements où ils se sont établis et souhaitent continuer à vivre ? »,

interrogent-ils. Réhabiliter l'existant est une priorité pour limiter l'étalement urbain en concentrant l'habitat dans des lieux déjà habités et bien desservis, et pour économiser des ressources (finances, matériaux et énergie).

En Saône-et-Loire, ce patrimoine du vingtième siècle est également présent : immeubles de logements sociaux, et surtout pavillons. La mise aux normes de tous ces logements est un véritable défi. Mais dans le département, la part du patrimoine

plus ancien est particulièrement importante. Ce sont aussi des corps de ferme, des immeubles et des maisons de ville, antérieurs à 1945 qui constituent le patrimoine à rénover et à adapter aux exigences actuelles : confort thermique, espaces pour les nouveaux usages de l'habitat, lumière naturelle, vues, espace extérieur privatif, etc. Pour que l'habitat rénové soit accessible à tous, cette réhabilitation doit être économique. Qu'il s'agisse de corps de fermes en zone rurale ou de grands ensembles en zones urbaines, plusieurs projets ont démontré qu'il était possible de réaménager ces bâtiments et de les rendre confortables pour moins cher que de la construction neuve.

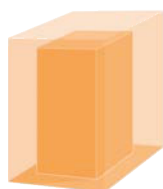
2.3.2.1 *Ajouter une deuxième peau*



Ajouter une deuxième peau structurellement autonome et offrant de l'espace appropriable est une piste. Cela permet une amélioration spatiale : les logements peuvent être agrandis, prolongés par une pièce en plus ou un jardin d'hiver, une loggia. Le remplacement des façades peu ouvertes par de larges baies vitrées permet de les rendre plus lumineux. Cela peut également contribuer à une amélioration thermique grâce à une meilleure isolation et à un captage plus important des apports solaires, ce qui implique une réduction des charges de chauffage et de lumière pour l'habitant. Les travaux pouvant être réalisés en site occupé, il n'y a pas besoin de déménager.

Exemples :

Grand immeuble

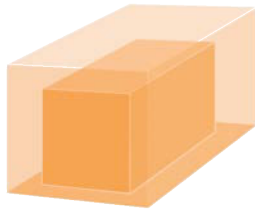


Réhabilitation de la tour de Bois-le-Prêtre

Anne Lacaton et Jean-Philippe Vassal, avec une étude réalisée avec F Druot (DRUOT, ANNE LACATON, JEAN-PHILIPPE VASSAL, 2007), prouvent que,

dans un contexte de déficit important de logements sociaux et de raréfaction des ressources, la transformation des grands ensembles des années 1960-70 peut être plus économique, efficace et qualitative que leur démolition - reconstruction. Les architectes, lauréats du concours d'architecture pour transformer la tour de Bois-le-Prêtre, ont pu mettre en œuvre et vérifier leur théorie. Le projet consiste en la restructuration d'une tour de logements HLM de grande hauteur, cinquante mètres, construite dans les années 1960. Les aménagements proposés visent à améliorer les qualités d'usage des logements en leur apportant une générosité spatiale, de la lumière naturelle, une diversité des typologies de logements, un meilleur confort thermique, pour un coût inférieur à celui d'une construction neuve. Dans un premier temps, une étude approfondie de la structure existante a permis d'utiliser au mieux ses capacités pour la transformer. Les qualités spatiales de la tour ont été jugées suffisantes pour améliorer radicalement les conditions d'habitation. Le projet proposait tout d'abord de réorganiser les logements à l'intérieur de la tour, afin que chaque habitant ait un logement qui corresponde à ses besoins. La reconfiguration a permis la création de nouveaux types et certains logements ont été réaffectés. La deuxième phase du projet a été le remplacement des façades légères d'origine, facilement démontables, par des ouvertures toute hauteur. Enfin, de nouveaux planchers de trois mètres de large ont été créés sur les deux façades principales, grâce à une charpente métallique structurellement autonome, montée à sec. Le choix de l'extension par l'extérieur a permis aux habitants de rester sur place pendant les travaux. Ils ont gardé leur appartement ou ont échangé dans la tour pour un autre, plus grand ou plus petit. Ces aménagements ont permis un agrandissement de chaque appartement avec la création d'un jardin d'hiver et d'un balcon. Le confort, la lumière naturelle et les vues dans les appartements sont nettement améliorés. Le jardin d'hiver est une nouvelle pièce avec une paroi mobile, librement appropriable selon les saisons. C'est une véritable extension du logement où l'on peut jouer, jardiner, manger, etc. Cet espace tampon permet de réduire significativement la dépense énergétique de chauffage sans apporter d'isolant, grâce au captage des apports solaires passifs en position fermée et à la récupération des calories de l'air ventilé. Le jardin d'hiver constitue un sas de réchauffement de l'air. Chaque locataire peut gérer lui-même son confort thermique grâce à différents dispositifs mobiles installés en façade sur plusieurs épaisseurs : rideaux thermiques d'occultation, parois mobiles du jardin d'hiver pour la ventilation, baies coulissantes. Les planchers ajoutés forment une protection solaire l'été. Les larges baies vitrées permettent une diminution des besoins en lumière artificielle. Le jardin d'hiver, surface en plus non isolée, n'est pas comptabilisé en surface habitable. Il ne fait donc pas augmenter le loyer. L'augmentation des loyers due aux travaux devrait être compensée par la baisse des charges et ainsi rester abordable pour les habitants de ces HLM.

Petit immeuble



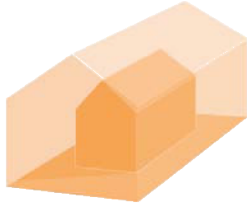
Principe « Modulobois » (ATELIERS LION, ARBONIS CONSTRUCTION - VINCI CONSTRUCTION FRANCE, ARCOBA, 2010)

Dans ce cas, ce sont des modules en bois qui sont ajoutés aux façades de l'immeuble, permettant à la fois d'augmenter la surface des logements et d'améliorer les performances thermiques. Selon l'estimation de l'architecte, ce procédé améliorerait considérablement les qualités spatiales et thermiques de l'immeuble à un coût moindre, comparé à une démolition - reconstruction. Nous reviendrons plus en détail sur cet exemple dans les pistes constructives.



Fig. 68 Principe « Modulobois », conception : Ateliers Lion, Arbonis Construction, image : Ateliers Lion

Maison



« À notre époque, on met en cause l'architecture de quantité des années 1950 à 1970 : elle était homogène socialement, constructivement, architecturalement... Mais personne ne met en cause l'homogénéité des pavillons à l'infini de la campagne française. Je pense que le prochain drame de la société française, ça va être le vieillissement de ces pavillons. »
(CHAMPAGNE, 2012)

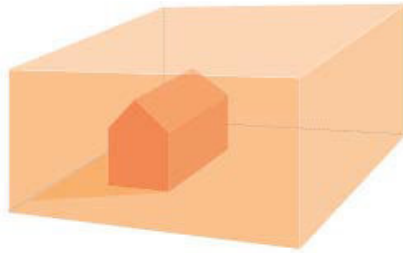
Transformation d'une maison en Suisse (WESPI, DE MEURON, [s.d.], 2004)

Ce projet de transformation d'une maison rurale de 1950 en Suisse prend le parti d'une deuxième peau qui isole et crée un espace supplémentaire au Sud. La grande ouverture de la façade sud, en se substituant aux petites fenêtres de la maison originale, permet de capter les apports solaires passifs. La protection de la vue depuis la route et de la surchauffe l'été est assurée par un filtre composé de lamelles en bois horizontales.



Fig. 69 Maison avant et après transformation, architectes : Markus Wespi & Jérôme de Meuron,
(Photos : H. Henz fotografo d'architettura)

2.3.2.2 Créer une boîte dans une boîte existante



Une autre voie est l'utilisation du bâtiment existant comme enveloppe pour y créer une habitation, plutôt que créer une enveloppe neuve. En Saône-et-Loire comme dans beaucoup d'autres régions de France, beaucoup de bâtiments qui ont nécessité de l'énergie et des matériaux pour leur construction ne sont plus utilisés aujourd'hui car ils ne sont plus adaptés aux usages actuels : granges, hangars, bâtiments industriels, etc. Pourquoi ne pas les utiliser comme enveloppe protectrice et construire des modules habitables à l'intérieur de ces enveloppes formant un microclimat ? Afin de rendre abordables ces habitations, ces modules doivent être très économiques. Le fait que l'enveloppe extérieure crée déjà une protection aux intempéries permet de pouvoir simplifier la construction du module intérieur, en n'ayant pas à régler de problèmes d'étanchéité, par exemple. Cela peut participer à le rendre plus économique, voire permettre son autoconstruction partielle ou totale.

Exemples :

Grange

On trouve une grande quantité de ces édifices dans la Saône-et-Loire rurale. Les granges et autres bâtiments à vocation agricole annexes aux habitations rurales revêtent des formes spécifiques dans chaque bassin d'habitat, en fonction des matériaux utilisés et des activités pratiquées : viticulture dans le Mâconnais et le Chalonnais, élevage dans le Charolais, etc.



Fig. 70 Ferme à vendre proche centre de Dompierre-les-Ormes, source : image Google Street View, 71520 Dompierre-les-Ormes

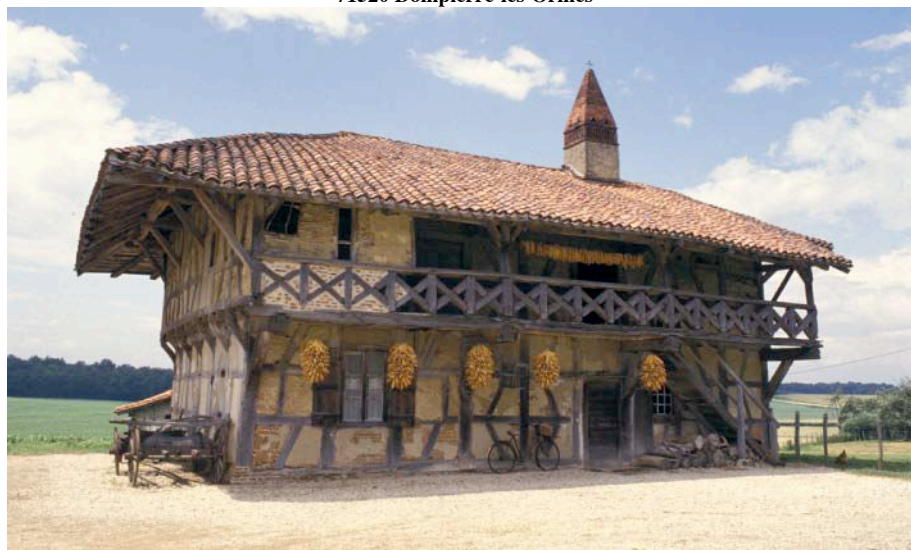


Fig. 71 En Bresse : Ferme de la Forêt à Courtes, Ain (Photo : CRAterre-ENSAG)

Hangar agricole (FABRIQUES, [s.d.])

La Saône-et-Loire étant un département agricole, les hangars à vocation agricole y sont nombreux. L'agence Fabriques, spécialisée sur les projets et les études liés au milieu rural et à l'agriculture, a conduit une étude en 2008 sur l'évolution du bâti agricole en Bresse de Saône-et-Loire depuis 1960 pour l'association Maisons Paysannes de France en partenariat avec le Ministère de l'Agriculture. En étudiant une dizaine de bâtiments sur plusieurs exploitations agricoles, les membres de l'agence ont constaté que l'évolution rapide des activités agricoles a entraîné l'abandon d'un nombre croissant de bâtiments construits après 1960. Peu sont réutilisés et adaptables aux usages modernes, impliquant un nombre conséquent de « friches bâties » agricoles qui ne trouvent actuellement pas d'autres usages et posent la (*Ibid.*)question de leur devenir.

« On se trouve face à une nouvelle génération de bâtiments agricoles perdant leur vocation, mais qui à l'inverse des bâtiments antérieurs aux années 1950 à 1960 n'ont aujourd'hui aucune valeur patrimoniale reconnue. Il nous semble cependant que leur diversité est importante et que beaucoup d'entre eux présentent un intérêt architectural non négligeable. (...) Le bâti agricole post 1960 apparaît comme le futur patrimoine rural qui sera certainement dans quelques années largement réhabilité et investi par de nouvelles populations. Il convient ainsi d'imaginer (comme cela commence à arriver) la création de lofts dans d'anciennes porcheries industrielles des années 1980, des habitations dans des étables des années 1970, ou la récupération de vastes hangars ou étables en stabulation libre des années 2000 pour des équipements publics si certains de ces bâtiments récents viennent à leur tour à être abandonnés. Cette notion implique ainsi de porter un regard différent sur les constructions récentes agricoles et d'analyser leur diversité et la multitude de leurs formes » (FABRIQUES, [s.d.]),

expliquent Pierre et Rémi Janin, architecte et ingénieur paysagiste fondateurs de Fabriques.



Fig. 72 Bâtiments à volailles (Photo : Fabriques)



Fig. 73 Étable en stabulation entravée (années 1970) actuellement inutilisée en cours de transformation pour devenir un atelier pour artisans (Photo : Fabriques)



Fig. 74, Étable en stabulation libre pour bovins laitiers (Photo : Fabriques)

Utiliser pour l'habitat ces « nouvelles friches bâties agricoles », nombreuses en Saône-et-Loire, notamment en Bresse, est une piste pour créer du logement dans les zones rurales.

Bâtiment industriel

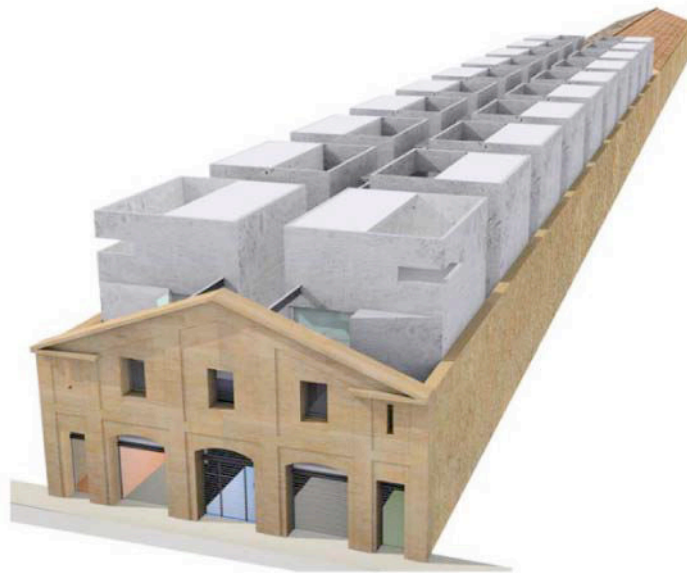
En Saône-et-Loire, le patrimoine est particulièrement représenté, notamment dans l'ancien bassin minier de Montceau-les-Mines et Le Creusot. De nombreux bâtiments industriels pourraient être requalifiés pour y créer des logements de qualité. À Chalon-sur-Saône, par exemple, les bâtiments d'une ancienne sucrerie désaffectée, situés à proximité du centre-ville et en bord de Saône font débat. Une partie du site, la « Sucrerie rouge », va être reconvertie dans les prochaines années en bureaux. Le reste de la friche industrielle, notamment la « Sucrerie blanche », un ancien moulin à vapeur, devrait être démolie à très court terme. Des habitants s'y opposent, attachés à ce patrimoine industriel. Pourquoi ne pas reconvertir ce bâtiment, situé à proximité du centre-ville en logements ?



Fig. 75 La Sucrerie à Chalon-sur-Saône (Photos : Charlotte Rebet) (REBET, 2011)

Logements sociaux dans un ancien chai viticole (PAVILLON DE L'ARSENAL, *op. cit.* , p.122-133)

À Bordeaux, sur le quai des Chartons, l'architecte Bernard Bühler a réhabilité un entrepôt datant de la fin du 19^{ème} siècle pour y créer vingt logements sociaux. La façade a été conservée. À l'intérieur de cette enveloppe, viennent s'implanter vingt maisons de ville, desservies par une venelle. Chacune bénéficie d'une cour privative.



Croquis d'étude

Fig. 76 Logements sociaux à Bordeaux, architecte : Bernard Bühler (Photos : Vincent Monthiers)

2.3.3 Construire des bâtiments neufs

Dans certaines zones de Saône-et-Loire, les plus attractives, construire des logements neufs est indispensable. Dans sa thèse, Mathilde Chamodot propose plusieurs dispositifs architecturaux qui pourraient permettre de produire des logements attractifs, c'est-à-dire à la fois abordables, répondant aux besoins actuels de la population, et offrant une qualité de vie meilleure que dans les produits standards des constructeurs. Il est par exemple possible de construire plus grand pour le même prix en proposant des espaces « en plus », ou en construisant sous un « parapluie » très économique. Concevoir des logements évolutifs permet de s'adapter aux besoins des ménages et à leur budget au cours du temps. Le logement peut-être prévu pour être progressivement agrandi facilement, afin de réduire l'investissement de départ. La possibilité de pouvoir alternativement dissocier un logement en deux ou associer deux logements en un est une seconde voie pour garantir l'évolutivité et l'adaptation aux besoins au cours de la vie d'un ménage. Mutualiser des espaces permet d'économiser le coût de ces espaces dans chaque logement, de les libérer pour augmenter l'espace à vivre. Pour pouvoir mettre en œuvre ces solutions et obtenir les permis de construire, il est souvent nécessaire de sensibiliser les promoteurs et bailleurs, les habitants, les communes. Quant aux entreprises, elles doivent s'organiser pour répondre à des demandes comme des « hangars pour l'habitat » ou des structures « prêtes à agrandir » par exemple.

2.3.4 Diminuer les charges en produisant des logements moins énergivores

2.3.4.1 Améliorer le bâti existant et construire neuf économe en énergie

Outre le coût de la construction, ce sont aussi les charges de fonctionnement et d'entretien qui pèsent sur le budget des habitants. Un des principaux leviers est la réduction de la consommation énergétique, en particulier pour le chauffage. En améliorant le bâti existant et en concevant des habitations neuves peu consommatrices en énergie et faciles à entretenir, on peut alléger le coût global de l'habitat, c'est-à-dire le coût à long terme, comprenant les charges. Pour limiter les charges liées à l'énergie pour le chauffage, le choix revient à investir plus au départ pour permettre aux habitants de ne pas payer trop de charges à l'usage, ou à trouver des dispositifs architecturaux permettant de construire des logements peu énergivores au même prix que les logements actuels. Cela est-il possible ? La stratégie qui semble la plus adaptée pour un habitat abordable, semble être celle qui allie sobriété et bioclimatisme, en opposition à l'équipement du logement en technologies coûteuses. Pour produire un habitat réellement peu consommateur en énergie, les enjeux énergétiques doivent être pensés dès la phase amont du projet. L'investissement sera fait plutôt en conception qu'en matériel, comme le soutient Stéphane Gruet.

« Pour ce qui est des questions de consommation énergétique, il est évident que la meilleure façon de gagner sur les 80 % du coût global, c'est d'investir en intelligence, en études sur la conception initiale, pas forcément sur le coût technologique. Donc l'architecture est totalement essentielle, à condition qu'elle soit intelligente. » (GRUET, op. cit.)

Chaque projet, en fonction de son site, de ses objectifs et de sa conception, peut avoir une stratégie thermique qui lui correspond. C'est pourquoi il est difficile d'imposer des « recettes ». Une conception globale de l'habitat prenant en compte son environnement est indispensable.

Exemple de réhabilitation : Saint Pantaléon à Autun

En 2007, un important projet de réhabilitation de deux bâtiments datant des années 1970 comprenant cent deux logements a été mené par l'Office public d'aménagement et de construction (OPAC) de Saône-et-Loire à Autun.

« Le cahier des charges prévoyait une performance annuelle de 100 kWh/m² de surface habitable pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire. Cet objectif a largement été atteint puisque, suite à l'opération, la consommation énergétique annuelle est de 69 kWh/m² habitable »,

précise Rolland Bellevrat. L'essentiel des travaux a consisté à refaire intégralement l'isolation du bâtiment en rapportant une ossature bois sur les façades. Des capteurs solaires ont été installés pour l'eau chaude sanitaire, remplaçant des chauffe-eau au gaz. Le chauffage et l'eau chaude sanitaire sont désormais raccordés au chauffage urbain de la ville d'Autun, lui-même alimenté par une chaufferie bois. Les travaux représentent un investissement d'environ vingt-sept mille euros par logement.

« Le loyer initial de 22 euros par m² est passé à 30,84 euros, ce qui représente une augmentation de 31 %. En parallèle, les économies sur les charges atteignent 56 %. In fine, la majoration globale (loyer + charge) est estimée à 3-4 %, ce qui permet au locataire de supporter l'augmentation » (BELLEVRAT, OPAC 71, 2008),

explique Rolland Bellevrat. Ce projet a été lauréat de l'appel à projet lancé par le Conseil régional de Bourgogne, visant à réduire la consommation énergétique. Cela lui a permis de bénéficier de subventions régionales conséquentes. Cependant, le principal frein à la généralisation de ces réhabilitations « soutenables » reste le financement de ces travaux, qui représente un surcoût important pour les bailleurs sociaux.



Fig. 77 Rénovation Saint Pantaléon à Autun (Photo : OPAC de Saône-et-Loire)

Exemple neuf : Résidence du grand Beauvoir

("LE BOIS SOCIAL, RÉSIDENCE DU GRAND BEAUVOIR", 2008)

Outre la réhabilitation, il est aussi nécessaire de construire de l'habitat neuf performant énergétiquement. C'est ce qu'ont réalisé Sylvain Gasté et Michel Bazantay dans ce projet de neuf maisons HLM avec une consommation en chauffage inférieure à 45 kWh/m² en énergie primaire. Cela permet aux habitants de dépenser peu pour le chauffage. Pour atteindre un tel objectif, les moyens ne sont pas seulement des technologies onéreuses. Les principes bioclimatiques ne représentent pas forcément un surcoût important et sont également efficaces. De plus, les dispositifs mis en œuvre peuvent également participer à la qualité spatiale de l'habitat. Le volume de la maison est simple et compact, donc plus efficace thermiquement que s'il était complexe, avec des décrochés de façade. Il est orienté nord-sud de manière à bénéficier le plus possible des apports solaires passifs. Les limites entre intérieur et extérieur sont gérées avec des espaces « tampons » au sud et au nord, ce qui permet de limiter les déperditions et de valoriser les apports solaires passifs, et ainsi de diminuer les dépenses pour le chauffage. Chaque maison se décline en quatre tranches qui jouent un rôle important, à la fois pour la qualité d'usage de l'habitat et pour son fonctionnement bioclimatique. Au sud, le préau offre une terrasse couverte, à l'abri de la pluie et du soleil, donc utilisable la plupart du temps en mi-saison et en été. Il assure un ombrage qui évite une surchauffe trop importante en été, due à l'effet de serre. Le deuxième filtre au sud est constitué par un jardin d'hiver, adossé à l'espace habitable, dont l'enveloppe est en polycarbonate ondulé transparent. Comme toute la maison, il se développe sur deux niveaux. Le jardin d'hiver est un vaste espace lumineux sans fonction définie. Il constitue une véritable extension du logement, une surface disponible librement appropriable selon les saisons pour diverses activités, utilisable presque toute l'année. Il joue également le rôle de serre bioclimatique. Orienté au sud, il capte les apports solaires, préchauffe l'air et limite les déperditions de la façade sud en hiver. Il peut être largement ventilé en été pour éviter la surchauffe grâce à ses multiples ouvertures et à la possibilité de circulation de l'air sur toute la hauteur des deux niveaux. C'est après ces deux filtres que viennent les espaces isolés et chauffés. Ils sont ouverts largement au sud sur le jardin d'hiver, mais aussi, dans une moindre mesure à l'est et à l'ouest. Ils sont complètement fermés au nord. L'isolation est renforcée. Les espaces sont donc lumineux, ensoleillés toute la journée et confortables en été comme en hiver. Tout au nord, un volume supplémentaire accueille le garage et le grenier. Cet espace tampon, non chauffé, protège la façade non ensoleillée des déperditions de chaleur.



Fig. 78 Résidence du grand Beauvoir (Photo : M. Bazantay)

2.3.4.2 La démarche Négawatt : sobriété, efficacité, énergies renouvelables

Face à une augmentation exponentielle des consommations d'énergie, l'association « Négawatt », propose la « Démarche Négawatt ». Il ne s'agit pas d'une recette, mais de principes pour réduire la consommation énergétique en *« s'interrogeant d'abord sur nos propres besoins, réels ou supposés, puis en cherchant à y répondre le plus efficacement possible et en faisant enfin appel aux sources d'énergie les moins problématiques. »* (NÉGAWATT, *op. cit.*)

Elle se base donc sur trois principes énoncés par ordre de priorité :

- La sobriété énergétique qui « consiste à réduire les gaspillages par des comportements rationnels et par des choix individuels et sociétaux. (...) Cette sobriété est en quelque sorte l'opposé de notre ébriété énergétique actuelle. »
- L'efficacité énergétique qui

« vise à réduire les pertes lors du fonctionnement et à l'exploitation. Le potentiel d'amélioration de nos bâtiments, de nos moyens de transport et des appareils que nous utilisons est considérable : il est possible de réduire d'un facteur 2 à 5 nos consommations d'énergie et de matières premières, à l'aide de techniques déjà largement éprouvées, avec un « temps de retour » économique souvent très raisonnable. »

- Les énergies renouvelables,

« par définition inépuisables, bien réparties et décentralisées, ont un faible impact sur notre environnement ; elles sont les seules qui permettent de répondre durablement à nos besoins en énergie sans épuiser notre planète. »

On voit assez facilement comment ces trois principes peuvent s'appliquer à l'habitat. En ce qui concerne la sobriété énergétique, on peut organiser l'espace et les ouvertures de manière à profiter au maximum de la lumière naturelle pour s'éclairer, bénéficier d'apports, solaires ou de ventilation passifs, jouer sur le réglage de la température du chauffage, limiter le nombre d'équipements nécessitant de l'électricité pour fonctionner. On se rend compte que certains gestes ne sont pas des réflexes pour les habitants. Certains, par exemple, ont l'habitude de surchauffer pour pouvoir être toute l'année en tee-shirt chez eux. La sobriété implique donc une sensibilisation des habitants à ces questions. Certains prônent une « éducation » des habitants à l'utilisation de leur habitat qu'il faudrait « piloter » comme une machine. Cependant trop de complexité et de contraintes pourraient dissuader de s'investir et de changer ses habitudes. L'habitat doit rester quelque chose de familier et aisément maîtrisé par ses habitants. Pour ce qui est de l'efficacité énergétique, le travail sur l'enveloppe est primordial, en particulier avec une bonne isolation. Cela permet de limiter les besoins en chauffage. Limiter l'emploi des technologies coûteuses à des fonctions précises et nécessaires, privilégier des équipements avec de bons rendements et peu consommateurs sont d'autres manières d'améliorer l'efficacité énergétique. Solaire, éolien, hydraulique, les énergies renouvelables peuvent constituer un apport pour fournir ce qu'il reste des besoins en énergie. Actuellement, les installations pour les particuliers restent chères et représentent un surcoût pour l'habitat.

2.3.4.3 Pour un habitat économique et économe en énergie, vivre plus connecté aux saisons

Les systèmes modernes de chauffage et de climatisation, ont amené à vivre à l'intérieur de plus en plus déconnecté de la nature et des saisons. Face à la crise énergétique cependant, le fait de chauffer son habitat à vingt-six degrés toute l'année pour être en tee-shirt chez soi, alors que normalement habillé, la température de confort se situe plutôt autour de vingt degrés, apparaît de moins en moins appropriée. Selon Anne Lacaton et Jean-Philippe Vassal,

« aujourd'hui les gens se trompent dans la définition de l'espace de vie dont le confort est établi sur la base de scénarios climatiques extrêmes, qui se limitent à quelques jours en été et en hiver, en oubliant les 350 autres, plus agréables. »

(MAGROU, 2010)

Une des pistes, pour produire des logements à la fois économiques et économes en énergie, est sans doute celle d'un mode de vie plus en rapport avec les saisons, qui s'adapte au climat tout en garantissant un confort. Pouvoir se replier sur un espace plus petit pendant les périodes difficiles, et à l'inverse, pratiquer diverses activités dans des espaces moins isolés le reste de l'année, semble pertinent dans un objectif d'économie des ressources. Cela nécessite de repenser la manière dont on fait usage des espaces différemment que dans un logement classique. En insérant des espaces intermédiaires entre extérieur et noyau isolé de la maison qui se limite au minimum, il s'agit d'offrir des espaces avec des qualités spatiales et lumineuses variées, dans lesquels les usages peuvent changer selon le climat. Dans ces « espaces tampon », selon la saison, il faut adapter les vêtements que l'on porte et le type d'activité que l'on pratique pour se sentir bien. Le mode d'habiter est donc plus en connexion avec son environnement. De tels dispositifs ont déjà été expérimentés par plusieurs architectes. La maison Latapie, par exemple,

« combine un espace standard avec un espace intermédiaire et l'espace extérieur. C'est en créant des passages entre ces trois différents climats que les usagers trouvent un équilibre d'usage tout au long de l'année. On y prévoyait une utilisation de la serre à 50%, en vérité c'est plus de 80% ! » (Idem)

La gradation de lieux de vie plus ou moins clos et isolés implique une certaine mobilité au sein de l'habitat.

« Chaque fonction ne doit pas être définie de façon statique (...), il faut pouvoir offrir des dispositifs nomadisés à l'intérieur, faciliter le déplacement des meubles en fonction des meilleures orientations au cours des saisons » (Ibid.),

pensent Anne Lacaton et Jean-Philippe Vassal. Dans la maison autoconstruite par Mathieu Gervais,

« Le choix a été fait d'accepter quelques courtes périodes d'inconfort. L'hiver, il fait parfois un peu frais le matin (une dizaine de jours) et l'été parfois un peu chaud (5 jours pendant l'été 2006 mais les chambres n'ont jamais dépassé 25°C). Cependant, le faible investissement de départ (un poêle à 4 000 euros) et la faible consommation d'énergie au quotidien permettent de s'offrir un très bon vin en se serrant devant le feu, sans stress des charges de crédit. La maison est habitée par deux adultes et une petite fille. » (WEILER, 2008)

Afin de s'adapter finement aux saisons, et de remplir toutes les fonctions qui lui reviennent : se protéger de la pluie, du vent, du froid, du chaud, du soleil, mais aussi laisser passer la lumière, permettre la vue, protéger l'intimité, représenter une protection aux effractions, capter de l'énergie, la peau de l'habitat doit, elle aussi, être repensée. Les différentes fonctions de l'enveloppe peuvent, par exemple, être dissociées. La peau peut devenir plusieurs peaux successives, des filtres, pour gérer à des endroits différents l'étanchéité, l'effet de serre, la limite de propriété, l'isolation, l'occultation, la limite de l'intimité. Cela peut avoir des avantages techniques, économiques et de confort, mais aussi offrir des espaces interstitiels intéressants. Des dispositifs mobiles sont nécessaires pour s'adapter selon différentes combinaisons à toutes les situations successivement.

« En France, on devrait beaucoup plus travailler sur des dispositifs mobiles et dynamiques pour pouvoir se replier sur un espace un peu plus petit pendant les périodes difficiles. L'enveloppe d'une habitation devrait être conçue de la même manière qu'un habit, à partir de rideaux, de volets, d'un jardin d'hiver qui forme tampon, etc. »
(MAGROU, *op. cit.*),

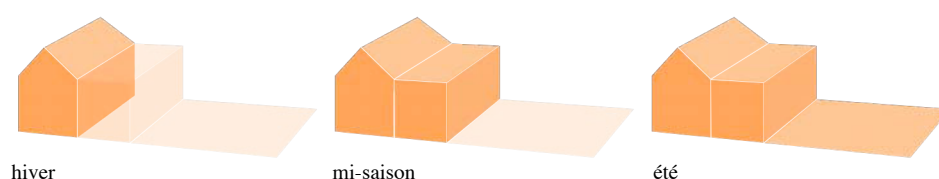
d'après les architectes Anne Lacaton et Jean-Philippe Vassal. Dans la maison Latapie, par exemple, les différentes fonctions de l'enveloppe sont séparées dans deux peaux distinctes. La première, à l'extérieur, délimite un volume qui englobe une boîte intérieure. Chauffée à basse température pendant les froids, l'enveloppe extérieure crée un tampon thermique, ce qui permet une économie d'énergie dans l'habitation. Imperméable, protectrice, elle assure la protection aux intempéries et ses larges ouvrants ainsi que sa grande hauteur offrent une importante aération. Elle est constituée d'une partie opaque qui clos, protège, et d'une peau transparente, exposée Est, qui limite l'espace, met à l'abri des intempéries tout en laissant pénétrer la lumière. Les façades orientées à l'Est et l'Ouest, très mobiles, peuvent évoluer du plus fermé au plus ouvert selon les besoins de lumière, de transparence, d'intimité, de protection, d'aération. L'espace d'habitation varie selon les saisons du plus petit (séjour, chambre) au plus grand (serre, jardin). Le volume de bois à l'intérieur, débarrassé des contraintes techniques, est simple, chaleureux, économique. Il se place derrière le bardage opaque et délimite l'espace isolé et chauffé.

La gestion de tous les éléments mobiles demande

« une adaptation comportementale, qui passe par la gestion personnelle des échanges climatiques entre espaces chauffés, intermédiaires et extérieurs. Une manière intelligente de sensibiliser et par là de responsabiliser l'habitant par rapport à son environnement. »
(Idem)

C'est peut-être par cette prise de conscience de son habitat, de son environnement et des gestes à effectuer pour garantir son confort, que l'habitant pourra bénéficier d'un habitat à la fois économique et économe en énergie.

Vivre avec les saisons



Objectif : limiter l'espace habitable en hiver au minimum et occuper un grand espace à vivre durant les beaux jours.

L'espace bien isolé et habitable en hiver coûte cher. Si on limite cet espace, isolé et chauffé au minimum, on peut faire des économies. En contrepartie, toute habitation doit pouvoir bénéficier d'espaces fermés mais non isolés, simplement couverts, ou extérieurs, de qualité. Utilisables une grande partie de l'année, différemment selon les saisons, ces espaces à vivre supplémentaires, plus ou moins vastes et lumineux, peuvent devenir le lieu d'activités très diverses : salle de jeux, atelier, ou encore, véritable salon à l'intersaison.

Exemples :

Jardin d'hiver



Fig. 79 Maison Latapie, architectes : Lacaton & Vassal (Photo : Lacaton & Vassal)

Dilater la surface habitable par des espaces entre intérieur et extérieur, comme des jardins d'hiver, des serres bioclimatiques.

Petit module isolé dans une grande enveloppe

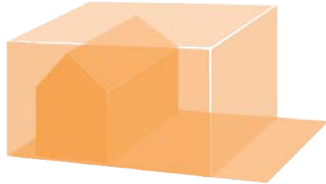


Fig. 80 Boîte dans un hangar, architectes : Atelier Correia (Photo : Atelier Correia)

Petit habitat isolé et fermé en hiver, ouvert sur le jardin l'été



**Fig. 81 Maison de vacances à Épinaç, architectes : Barrache & Lamine
(Photo : Jean-Baptiste Barache)**

2.4 Pistes constructives

2.4.1 Les écomatériaux pour la création de filières locales génératrices d'emplois

2.4.1.1 Les écomatériaux locaux : une empreinte écologique minimisée

Utiliser des matériaux locaux, peu transportés, peu transformés

L'utilisation de ces matériaux de manière la plus brute possible permet de consommer un minimum d'énergie grise et, grâce à l'utilisation de matériaux renouvelables, comme le bois ou la paille, de stocker du carbone. L'architecte Gilles Perraudin donne une définition des matériaux naturels qui va dans le sens de l'utilisation la plus simple et la plus équilibrée de la matière, en cherchant à limiter sa transformation :

« Mais, qu'est-ce qu'un matériau naturel ? C'est tout simplement un matériau directement issu du milieu naturel et qui n'a subi aucune transformation structurelle. Ou si l'on préfère, un matériau qui n'a subi pour être utilisé dans la construction, qu'un calibrage dimensionnel. Ce qui évite la dépense énergétique nécessaire à sa production. On comprend ainsi l'immense qualité de ces matériaux qui, dans la quête de la diminution des émissions de CO₂ dans l'atmosphère, sont parmi ceux qui offrent la plus petite quantité d'énergie dépensée. Les seules énergies nécessaires sont celles mobilisées pour sa transformation dimensionnelle, les outillages nécessaires à leur mise en œuvre sur le chantier, et le transport. On trouvera dans cette famille le bois, la terre, les végétaux (la paille) et, bien entendu, la pierre... » (PERRAUDIN, 2008b)

Des matériaux comme la paille, le bois, la terre, la pierre, peuvent être utilisés avec peu de transformation, en limitant le nombre d'opérations entre l'extraction de la matière première et le mur ou l'élément constructif fini.

La notion d'énergie grise comme un vecteur de choix

La transformation de la matière en matériaux demande de l'énergie. L'énergie grise est la somme des énergies consommées pour ce processus. Accumulée lors des différentes phases en amont de l'utilisation d'un matériau, cette somme d'énergie est difficilement calculable pour un produit issu des longues chaînes de production tant les étapes du cycle de vie d'un matériau, de l'extraction de sa matière première jusqu'à l'utilisation finale, et au recyclage, peuvent se dérouler à l'échelle planétaire. Il existe aujourd'hui plusieurs méthodes d'analyse du cycle de vie qui cherchent à obtenir la somme d'« énergie grise » la plus juste. Les bases de données INIES (CSTB basé sur fiches FDES⁵⁶), la base Écoinvent, Kbob entre autres, ainsi que les logiciels type Cocon, permettent de faciliter le choix entre de tel ou tel matériau. Ces outils sont précieux pour éclairer les constructeurs et les architectes afin qu'ils fassent le choix le plus cohérent. Le WWF ainsi que les « Amis de la terre » (LES AMIS DE LA TERRE, 2010), le FCBA et CSTB (CSTB (CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BÂTIMENT), 2009), indiquent que les fiches FDES sont encore à perfectionner notamment concernant l'utilisation d'indicateur d'énergie primaire totale. L'utilisation de l'indicateur d'énergie primaire totale ne favorise pas les matériaux comme le bois en reflétant mal l'impact positif environnemental des produits et notamment leur capacité à stocker du CO². Le WWF ainsi que les amis de la terre pointent aussi le fait que les FDES sont édités par les producteurs de matériaux eux-mêmes et recommandent qu'une analyse critique des fiches soit faite par des experts indépendants. Le caractère volontaire du dépôt de fiche FDES ne garantit pas la présence de tous types de matériaux, ainsi la comparaison n'est pas facile, notamment pour des éléments de construction potentiellement réalisés artisanalement comme les menuiseries, par exemple.

⁵⁶ Fiche de déclaration environnementale et sanitaire

Bâtiment Green Offices à Givisiez (Suisse) (2009)

La démarche de l'architecte Conrad Lutz illustre la recherche d'une architecture qui utilise des matériaux faiblement transformés, ayant une faible empreinte énergétique. Pour la réalisation d'un immeuble de bureaux, il a cherché à minimiser au maximum l'impact de l'énergie grise dépensée lors de la fabrication, du transport et de la mise en œuvre des matériaux de construction. Pour cela, il a choisi d'utiliser une structure entièrement en bois local non traité, un isolant en laine de bois, des briques de terre crue pour un apport d'inertie thermique, de la peinture à l'argile et à la caséine, sans solvant, et un bardage en bois local pré grisé, aucun élément en PVC (Polychlorure de vinyle).

Le bâtiment de bureaux de trois étages en bois économise aussi les ressources en eau par la récupération de l'eau de pluie et l'utilisation de toilettes sèches. Les matériaux utilisés dans ce projet, issus de la sylviculture, constituent une réponse aux attentes environnementales en ne demandant pour leur fabrication qu'une action de redimensionnement et en participant à un cycle de production peu énergétivore. Il en va de même avec la terre, encore faut-il qu'elle soit extraite localement ou transportée avec des moyens peu énergétivores.

« Les calculs de l'énergie grise consommée pour construire ce bâtiment écologique en comparaison à un bâtiment identique dans sa conception (également MINERGIE-P) et son volume, mais exécuté avec des matériaux dits standards, montre que l'énergie grise économisée entre ces 2 variantes correspond à l'énergie nécessaire pour chauffer le bâtiment pendant plus de 100 ans! » indique Conrad Lutz (LUTZ, 2009).



Fig. 82 Façade en bois pré-grisé, Green offices, Givisiez, Suisse. (Photo : Aprovalbois, 2009)

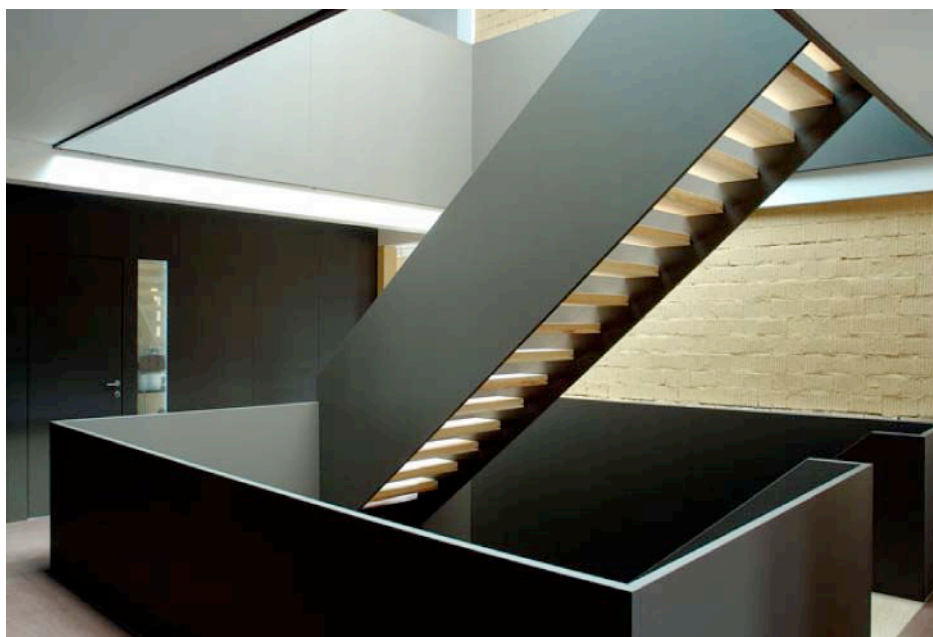


Fig. 83 Mur en briques de terre crue, utilisées comme masse thermique au cœur du bâtiment
(CUENDET, DACCORD, 2007)

2.4.1.2 Les écomatériaux locaux : une source d'emploi et de développement économique local

Un secteur de la construction riche en emplois en Saône-et-Loire

Le secteur de la construction en Saône-et-Loire est déjà riche en emplois⁵⁷ et le nombre d'emplois devrait augmenter du fait de la rénovation du parc existant de logements sociaux. C'est un enjeu particulièrement important, comme le précise Roland Bachelard, vice-président de la Fédération française du bâtiment : « 30 000 logements sociaux, en Saône-et-Loire, sont à rénover. La réhabilitation est intéressante économiquement : 100 000 actifs avec un chiffre d'affaires de 9 milliards d'euros. D'ici à 2012, ce chiffre devrait être multiplié par deux. Il faudra 120 000 emplois qualifiés supplémentaires pour faire face à cette demande. » (BACHELARD, 2010). Les artisans et les entrepreneurs sont au cœur de ces questions⁵⁸. La filière de construction doit se structurer pour pouvoir répondre aux demandes actuelles et assurer la qualité de service.

⁵⁷ Le secteur de la construction représente 3551 établissements et 14572 emplois, (6,7% des emplois en Saône-et-Loire) (CCI 71, 2010b)

⁵⁸ En Saône-et-Loire, on compte 8 434 entreprises artisanales (17 300 salariés et 1 850 apprentis), dont le bâtiment reste le principal secteur (37% de l'artisanat). Ce chiffre est en progression, notamment du fait de l'arrivée des autoentrepreneurs. (CMA 71, 2010)

Relocaliser l'économie pour un développement plus durable

Comme l'évoque Alberto Magnaghi :

« La valorisation du patrimoine historique des cultures productives, dans le domaine de l'agriculture et de l'artisanat, comme dans celui de la petite entreprise permet à des formes de production artisanale, marginalisées par le modèle de développement de la production en série, de reconquérir une place centrale dans un processus productif, fondé sur des réseaux d'entreprises et sur la spécialisation flexible. »
(MAGNAGHI, *op. cit.* , p.53)

En Saône-et-Loire, selon un rapport de l'INSEE Bourgogne (INSEE BOURGOGNE, BRION, DÉTROIT, 2011), du fait de l'implantation d'établissements appartenant à des groupes nationaux ou internationaux et de l'importance des grands établissements employeurs, les emplois sont fortement contrôlés par des centres de décision situés hors du département⁵⁹ et concentrés dans quelques établissements⁶⁰. Ces tendances sont particulièrement fortes dans les bassins industriels de l'Ouest du département : les zones d'emploi de Montceau-les-Mines et du Creusot. Selon les auteurs du rapport, cette forte emprise du secteur concurrentiel sur l'activité et l'emploi peut être considérée comme un atout :

« Les secteurs d'activité, notamment industriels, nécessitent des investissements importants et l'appartenance à une structure plus large représente à cet égard une opportunité, de même qu'elle facilite la création d'emplois et l'accès à des marchés internationaux. Par ailleurs, les établissements contrôlés par des groupes extérieurs présentent des performances économiques plus élevées : une productivité du travail supérieure à celle des établissements indépendants, de meilleures rémunérations. » Toutefois, un taux de dépendance élevé peut aussi être perçu comme un indice de fragilité *« en cas de difficultés économiques, si on considère que l'avenir économique d'un département se décide au sein de son territoire. Or les établissements dépendant de centres de décision éloignés sont*

⁵⁹ « Du fait de l'implantation d'établissements appartenant à des groupes nationaux ou internationaux, la moitié des emplois salariés du secteur marchand (hors agriculture et intérim) sont contrôlés par des centres de décision situés hors du département. Le niveau élevé de ce «taux de dépendance» (proportion des emplois de la zone étudiée dépendant d'un centre de décision hors de la zone étudiée) place la Saône-et-Loire au 29^e rang des 96 départements métropolitains en 2007. La zone d'emploi du Creusot, où sont installés plusieurs grands établissements industriels appartenant à d'importantes filiales, est la plus dépendante de tout le département : avec 63 % d'emplois sous contrôle externe, elle se situe au 14^e rang des 348 zones d'emploi françaises » (INSEE BOURGOGNE, BRION, DÉTROIT, *op. cit.*)

⁶⁰ « L'importance des grands établissements employeurs est particulièrement forte dans les bassins industriels de l'ouest du département. Dans les zones d'emploi de Montceau-les-Mines et du Creusot, les quatre employeurs concentrent plus de 21 % salarié du secteur marchand (hors agriculture et intérim). » (Idem)

moins ancrés localement, car davantage intégrés dans des stratégies globales d'entreprises ou de groupes extérieurs. (...) La concentration des emplois dans les principaux établissements est aussi un facteur de fragilité en cas de délocalisations, de restructurations ou de fermetures. Ainsi, plus les emplois sont concentrés, plus la situation de la zone est liée aux décisions de ces établissements. » (Ibid.) .

L'appartenance à une économie mondialisée déconnecte les entreprises de leur territoire. Il est indispensable de créer de l'activité et de remodeler le tissu économique avec les secteurs du futur. Quelles évolutions pour ces entreprises ? Face à ces grandes entreprises, les artisans, éclatés en de nombreuses très petites entreprises, ont du mal à se structurer pour mettre en place des filières organisées. Tous ces constats mènent à des questionnements : Faut-il relocaliser l'économie ? Faut-il favoriser l'échelle de la PME par rapport à celle de la très petite ou de la grande entreprise ? La production de l'habitat, avec la mise en place de filières complètes, pourrait-elle participer à une évolution vers des secteurs porteurs dans le futur et à une économie plus durable ?

Les écomatériaux locaux : un impact sociétal potentiellement important

Privilégier l'utilisation des matériaux locaux pour l'habitat pourrait consolider ou mobiliser des filières courtes de production et de distribution de matériaux, de produits semi-finis ou préfabriqués localement, et ainsi participer à l'économie locale. Pour cela, ces produits doivent correspondre aux capacités et aux savoir-faire des entreprises locales. Les matériaux comme le bois, la terre, la pierre et certaines fibres (notamment la paille), pourraient trouver leur place au sein des cultures constructives locales. Le bois et la terre ont été marginalisés après la Seconde Guerre Mondiale, mais constituent aujourd'hui une source potentiellement importante d'emplois locaux non délocalisables. De plus, la plupart de ces matériaux s'accommodent parfaitement d'un mode de mise en œuvre qui peut être associé à plusieurs types de production : en série, micro série, sur chantier, préfabriqué, etc. Un rapport du Certu relève que :

« La proximité de ressources naturelles ou forestières est une clé d'entrée pour appuyer un développement local en milieu rural. Les villages se sont bâtis selon des modes constructifs et avec des matériaux que leur environnement proche leur offre (...). Aujourd'hui les enjeux liés au développement durable invitent à se réapproprier ces anciennes pratiques. Les communes peuvent ainsi valoriser des ressources, développer des savoirs spécifiques, mobiliser des artisans, structurer des filières existant sur leur territoire. Cette approche tend à privilégier l'utilisation de matériaux locaux dans la réalisation des projets (pierres issues de carrières locales, bois de forêts voisines...).

Au-delà de la phase de construction, le recours à ces ressources pour le fonctionnement d'un nouvel aménagement, par exemple une chaufferie bois, peut aider une filière à se structurer localement et permettre de fixer des emplois sur le territoire. En intégrant la richesse de ces ressources de proximité, la durabilité d'un projet se rattache alors à une démarche d'ensemble, qui vient soutenir l'économie du territoire. »

(DER MADIROSSIAN, VAUTRIN, CERTU, ET AL., *op. cit.* , p.27)

Dans une étude qui a pour but de « déterminer en quoi les écomatériaux constituent une solution face aux crises sociales et environnementales actuelles », les Amis de la Terre proposent de définir les écomatériaux en partant de quatre critères précis et, l'un d'eux consiste en la capacité des matériaux locaux à participer à un développement local équitable :

- « - 1/ « Mise en œuvre » : qualités techniques, aptitude à l'emploi et à la mise en œuvre, durabilité de ses performances dans le temps ;*
- 2/ « Santé et confort » : non nuisible à la santé de l'occupant ou de l'artisan ; confort de l'habitant ;*
- 3/ « Environnement » : matières premières issues de ressources renouvelables, peu énergivores sur l'ensemble de leur cycle de vie, très économes en énergie pendant la durée de vie du bâtiment grâce à leur pouvoir d'isolation ;*
- 4/ « Développement local équitable » : mobilisant des ressources locales et créateur d'emplois dans le cadre d'activités redistributives ; accessible à tous (en termes de ressources financières et d'information fournie). » (DEN HARTIGH, 2010b, p.7)*

Le quatrième critère place les écomatériaux en capacité d'apporter des pistes de résolution de problèmes sociaux : *« Ces matériaux permettent aussi de réduire l'impact écologique des activités humaines en relocalisant les savoir-faire et les emplois. »* (DEN HARTIGH, 2009a, p.3). Les nouveaux savoir-faire liés au développement des écomatériaux locaux jouent un rôle important dans le développement économique durable d'une région en fixant les emplois sur le territoire. En redécouvrant des techniques de construction anciennes ainsi que des méthodes alternatives aux méthodes de construction actuelles, on augmente l'interaction entre des acteurs locaux appartenant au secteur de la construction, mais aussi, on ouvre l'interaction avec d'autres univers de travail comme ceux du monde agricole. Les matériaux écologiques ont donc un impact social local positif important.

Une autre démarche est proposée dans la thèse de doctorat en génie industriel d'Alex Wignacourt (WIGNACOURT, *op. cit.*) qui a pour but l'élaboration d'un système constructif qui réponde aux objectifs de développement d'habitat économique et écologique pour le Réseau « Chênelet construction » (CHÊNELET

CONSTRUCTION, [s.d.]). Dans ce travail, il élabore une méthode d'analyse et de choix de matériaux afin de pouvoir concevoir des solutions constructives pertinentes, notamment pour la réalisation de rampants de toiture en bois constitués de planches clouées isolées par l'extérieur. Il élabore des critères de différenciation qui permettent de distinguer les systèmes « écoconstruits » des systèmes traditionnels. Tous les systèmes constructifs conçus et analysés dans sa recherche sont passés au crible d'une grille de critères environnementaux, de santé et de développement durable qui comporte les critères suivants :

- Durée de vie typique⁶¹
- Renouvellements sur durée de vie
- Type de matière première
- Énergie grise
- Contenu carbone équivalent
- Recyclabilité, toxicité
- Ressource locale
- Impact sociétal : (heures de travail générées par la mise sur le marché du produit / matériau, avant son utilisation sur chantier.)

Ce qui distingue cette étude d'autres analyses qui ne comparent matériaux et solutions constructives qu'à partir de la quantité de production de gaz à effet de serre et de l'innocuité des matériaux, c'est la prise en compte de l'impact social que pourrait avoir le choix de telle ou telle technique ou matériau. Le choix d'exploiter de la matière brute locale pour en fabriquer des matériaux écologiques pour la construction de maisons économiques, notamment des blocs de terre comprimée, ainsi que des systèmes constructifs utilisant le bois local ont permis au réseau Le Chênelet de valoriser le travail humain. Le travail de l'association portant sur l'insertion par le travail des personnes en difficulté, la composante main d'œuvre pondère fortement le choix d'un matériau. Il en résulte une série de choix ayant été faits en tenant compte de l'impact social positif produit par les fenêtres en bois, un système de rampant sous toiture particulier, faisant tous partie de systèmes constructifs et d'éléments d'architecture composés d'écomatériaux locaux.

⁶¹ Durée de vie typique ; Renouvellements sur durée de vie

2.4.2 Une organisation des acteurs de l'habitat pour permettre la généralisation de l'utilisation des écomatériaux locaux

2.4.2.1 *Favoriser le dialogue entre les acteurs de l'ensemble des filières de construction*

Afin de produire localement les matériaux de construction, soit directement sur le chantier, soit dans les ateliers, il est indispensable que tous les acteurs, de l'extraction de la matière à la mise en œuvre du matériau fini, aient un intérêt commun à s'entendre afin de fournir des réponses efficaces pour mettre en place une filière complète qui soit capable de répondre à la construction de logements. Le dialogue entre les prescripteurs, les producteurs et les transformateurs de matériaux, sans oublier les formateurs, est indispensable afin de créer des réseaux locaux de production. Les deux exemples de filières de matériaux présentés en encarts se situent dans des territoires à forte identité : la Chartreuse et le Vorarlberg. Les habitants ont dû mettre en place des activités afin d'œuvrer au développement local. Un travail d'organisation intégrant tous les acteurs de la filière a permis de mettre en place un système d'échange local basé sur des ressources présentes sur le territoire, intégrant toutes les échelles de la transformation de la matière. Pour cela, producteurs de matériaux, prescripteurs et entreprises qui mettent en œuvre se sont accordés sur des produits qui convenaient aux usages courants. Des habitudes de construction se sont alors créées, basées sur l'utilisation des matériaux extraits et transformés sur place, en l'occurrence le bois. Une culture constructive commune et propre à ces deux territoires s'est développée. Le maintien de ces cultures constructives est dépendant de la réussite et du développement du nouveau tissu économique. Il n'y a pas d'obstacle à ce que ce développement soit durable. La Saône-et-Loire est géographiquement divisée en plusieurs bassins de vie à l'identité forte, qui ne forment pas un tout. Il paraît donc peu approprié de choisir l'échelle départementale pour la création de filières courtes. Les aires de regroupement professionnel passent en réalité outre les frontières administratives et correspondent le plus souvent à des frontières géographiques, liées, par exemple, aux massifs forestiers, comme la filière « bois du Morvan ».

**La filière bois de Chartreuse, une organisation de l'amont jusqu'à l'aval
(MARIELLE, 2010a)**

- La Chartreuse, un territoire très boisé avec une culture ancienne de la construction en bois

Le taux de boisement en Chartreuse est de 60 %. 80% de ce boisement est de la forêt de production : 60% de sapin pectiné et 40% d'épicéa commun. Ce territoire a deux atouts importants, d'une part une tradition et un savoir-faire de la transformation et de la construction en bois y existent depuis plusieurs siècles, et d'autre part les bois de Chartreuse ont la réputation d'être des bois de grande longueur et de bonne qualité mécanique.

- La Structuration de la filière - CIBC

Le Comité Interprofessionnel du Bois de Chartreuse est créé en 2005, sous l'impulsion du Parc Naturel Régional de Chartreuse. Trois collègues représentent les acteurs de la filière : les propriétaires forestiers, sylviculteurs et exploitants forestiers, les entreprises de transformation (scieurs, charpentiers et menuisiers), les prescripteurs (architectes et bureaux d'études). Aujourd'hui, cette organisation rassemble 400 membres, et 15 scieries sont implantées sur le massif. Bruno Marielle, architecte et ancien président du CIBC indique que :

« Face à la désorganisation de la filière bois française, il est intéressant de redémarrer à l'échelle d'un territoire où les hommes se font confiance. Ils pourront plus facilement fonctionner en réseaux et mettre en commun leurs connaissances. La démarche peut être étendue par la suite. Le plus important est bien d'avoir des outils solides pour construire l'avenir, même s'ils se situent sur une plus petite échelle. » (PARC NATUREL RÉGIONAL DE CHARTREUSE, 2009, p.23)

- Des actions concrètes pour répondre à l'objectif de filière courte

L'objectif du CIBC est de réussir à fonctionner sur une logique de circuits courts de l'amont jusqu'à l'aval, en développant la filière bois, en structurant les acteurs afin qu'ils aient une vision d'ensemble de la filière, et en valorisant les bois de Chartreuse. Les actions principales ont été la création d'un centre de séchage et d'un stock collectifs de bois local d'ossature qui permette une offre de bois sec en six sections standards, entre 150 et 200 m³ en stock, et l'assurance d'une disponibilité immédiate avec une livraison sous 72 heures maxi. Le CIBC a également des actions de promotion, comme le montage d'un dossier de label AOC pour les bois de Chartreuse, l'intervention dans des salons, auprès d'écoles, la formation professionnelle autour de tous les métiers

de la filière bois.

Jean-Luc Rey, scieur à Saint Pierre d'Entremont en Chartreuse et vice-président du CIBC indique que :

« Le côté novateur du CIBC est d'apprendre à travailler tous ensemble. Les mentalités évoluent. Les petites scieries vont devoir s'associer sur des outils communs comme les séchoirs. L'Interprofession bois de Chartreuse a lancé une étude collective sur les scieries du territoire. Elle va permettre de trouver ensemble des « pistes de progrès » optimisant l'organisation, réduisant les pertes de temps et améliorant de la rentabilité de notre outil. » (PARC NATUREL RÉGIONAL DE CHARTREUSE, *ibid.*, p. 21)

Cette approche de filière intégrée pour un matériau donné n'est pas forcément reproductible, notamment pour un territoire aussi vaste et morcelé qu'est la Saône-et-Loire.

Les enjeux de la rénovation énergétique

Répondre aux enjeux de la rénovation énergétique des logements impose une connaissance transversale par tous les acteurs du chantier et des défis techniques. Le travail de l'un doit être connu de l'autre pour que tous les acteurs de la construction puissent avoir dans l'esprit le rôle qu'ils occupent dans le processus d'élaboration du projet ainsi que dans la phase de construction afin de, non seulement, limiter le nombre de sinistres, mais aussi de pouvoir obtenir le niveau de performances souhaitées. Cette méconnaissance du travail des autres corps de métiers, ainsi que du morcellement du travail de la construction pousse à mal produire, à ne plus tenir compte des conséquences finales de son travail dans l'objet final encouragé par le système français des assurances grâce ou à cause desquelles les responsabilités sont diluées. Assurer une bonne étanchéité à l'air, par exemple, demande à ce que toute la chaîne de professionnels du bâtiment qui interviennent sur le chantier connaisse l'implication de ses actions sur la qualité et l'objectif de confort final du bâtiment.

Pour répondre à la diversité des cas de rénovation, les entreprises devront être capables d'adapter leurs méthodes au cas par cas, chantier après chantier. Les chantiers de rénovation devraient apporter des emplois durables et non délocalisables sur le territoire et faire se côtoyer sur les chantiers des entreprises retrouvant des savoir-faire traditionnels pour répondre notamment aux caractéristiques constructives du bâti ancien, ainsi que des entreprises qui mettent en œuvre des systèmes de haute technologie notamment dans le domaine énergétique (panneaux photovoltaïques par exemple).

2.4.2.2 Mettre en commun des moyens de production au sein d'un réseau de petites entreprises

Traditionnellement, les entreprises du bois (COVRE, 2009), étaient gérées par des familles différentes sur plusieurs générations et étaient concurrentes. Aujourd'hui, la crise économique, ainsi que la concurrence d'entreprises généralistes très organisées, poussent les entreprises artisanales à se regrouper afin de répondre plus facilement aux appels d'offre. C'est le cas du groupement « Maison Bois Conception » qui regroupe quatre charpentiers de Saône-et-Loire : Covre, Pernin, Huck et Gauthier. C'est une manière pour les petites entreprises de mutualiser des investissements et des services et de renforcer leurs capacités. Cette capacité à mettre des moyens en commun, est courant dans le monde agricole, les coopératives d'utilisation de matériel agricole (CUMA), forment des exemples intéressants d'organisation qui pourraient inspirer les entreprises artisanales utilisant des machines, de plus en plus sophistiquées, mais de plus en plus onéreuses.

Eco Lodève : une entreprise de matériaux locaux

Dans une démarche de développement local et durable du territoire, considérons l'exemple d'une entreprise spécialisée dans la revente de matériaux locaux, à Lodève dans le sud du Massif Central. Marc Padillat, gérant de cette entreprise insiste (JANNOT, ALRIQ, GILLET, 2011) sur la difficulté qu'il a pour fournir à ses clients des produits locaux. Il pousse alors les agriculteurs locaux à s'équiper de défibreurs communs et à produire de la paille et de la chènevotte (partie ligneuse du chanvre) à l'aide d'une moissonneuse batteuse. Il a investi dans une machine à projeter l'enduit chanvre-chaux pour que les artisans locaux puissent travailler la matière produite localement à toutes les saisons sans avoir à investir chacun dans du matériel de projection. Par l'achat de cette machine et la mutualisation de petits moyens de production pour soulager l'investissement des producteurs, il a engagé un travail de structuration d'une filière locale légère, répondant en priorité aux besoins locaux.

La transformation des matériaux biosourcés, comme le chanvre, peut demander des outils industriels de défibrage et de transformation en isolant. Une répartition judicieuse, en fonction des voies de transport en vue d'économiser le CO₂ dû à cette activité est à intégrer. En utilisant des outils appropriables par l'agriculteur directement, le chanvre peut être défibré par une machine s'installant sur le tracteur. Il est offert à l'agriculteur la possibilité de tirer parti directement de la production de ses champs en vendant la chènevotte. La particularité des entreprises de la filière chanvre française est la diffusion de ce matériau par de très petites PME. À l'intérêt technique et écologique à utiliser la filière chanvre vient donc s'ajouter un intérêt sociétal : travailler en groupe d'agriculteurs et en proximité entre le producteur, le transformateur et l'artisan qui va mettre en œuvre le matériau chanvre.

Dans une logique de production qui favoriserait les circuits courts, Bernard Boyeux (*Ibid.*) fait l'hypothèse, concernant la filière chanvre, qu'afin d'éviter de faire transiter la matière issue du monde agricole par le goulot industriel, puis de la redistribuer une fois transformée à un monde essaimé d'artisans de la construction, il serait intéressant de passer directement du producteur à l'artisan. L'équilibre est donc à trouver entre construire avec de petits moyens de production bien répartis sur le territoire et l'implantation d'usines centralisatrices, permettant de faire des économies d'échelle.

2.4.2.3 Favoriser le groupement des professionnels en associations pour la diffusion des écomatériaux

Les professionnels se regroupent pour diffuser l'utilisation des écomatériaux encouragés par les organismes de référence.

En 2008, Alain Maugard, ancien président du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB), relevait déjà dans un rapport au ministre de l'Ecologie, du Développement et de l'Aménagement Durables, le manque de reconnaissance des écomatériaux et des savoir-faire associés, et le notait comme frein dans le développement de bâtiments faiblement consommateurs d'énergie :

« Lorsque l'on cite des éléments orphelins en termes d'avis ou de règles techniques, comme l'isolation par l'extérieur en forte épaisseur, la double façade sur plusieurs niveaux, certains capteurs photovoltaïques en toiture, le bardage en bois de classe 1 ou 2⁶² sans traitement, nous constatons bien l'urgence de s'atteler à une intégration rapide de ce qui a été développé ailleurs, sous peine de ne pas arriver à tenir l'objectif, et de donner une image rétrograde de la France. Dans le même ordre d'idées, les systèmes constructifs non industrialisés, comme la terre, la paille, le chanvre ou la pierre, doivent absolument être « reconnus » en terme de règles techniques. »
(MAUGARD, 2008, p.28)

Preuve que les mentalités commencent à changer, en 2012, un décret⁶³ donne naissance à un label « bâtiment biosourcé ⁶⁴ ». Une fois rendu applicable il devrait valoriser l'utilisation du bois et ses dérivés, du chanvre, de la paille, de la plume et de la laine de mouton pour leurs qualités environnementales.

⁶³ Décret n° 2012-518 du 19 avril 2012 relatif au label « bâtiment biosourcé »

⁶⁴ Les maîtres d'ouvrage qui intégreront un part importante de matériaux bio-sourcés seront alors valorisés par ce label. Les pouvoirs publics, l'Ademe, le CSTB, mènent bataille pour la reconnaissance des matériaux locaux peu consommateurs d'énergie.

Les nouvelles règles professionnelles montrent la véritable dynamique professionnelle autour des matériaux locaux.

De plus en plus de professionnels qui pratiquent une activité dans le domaine des écomatériaux se regroupent en associations (Asterre, Les Compailleurs, Construire en chanvre, etc.). Ces associations sont aujourd'hui en dialogue permanent avec le CSTB et des organismes certificateurs pour avancer vers des textes référents permettant de rassurer les organismes de contrôle. Les règles professionnelles des secteurs de la paille (RFCP, FLOISSAC, COLLECTIF, 2011), du chanvre (FÉDÉRATION FRANÇAISE DU BÂTIMENT, ASSOCIATION CONSTRUIRE EN CHANVRE, 2007), et de la terre sont rédigées ou en cours de rédaction. Elles permettent aux associations de transmettre au plus grand nombre des connaissances partagées et fiables sur la mise en œuvre de matériaux certes naturels, mais qui demandent de l'expertise et des ouvriers qualifiés. Cette dynamique s'étend à toutes les filières d'écomatériaux. Les bureaux d'études et les bureaux de contrôle ainsi que les assurances ont besoin de ces règles professionnelles afin de pouvoir se baser sur des références qui fonctionnent pour leur expertise.

2.4.2.4 L'importance de former les architectes dans la connaissance des matériaux

Les associations régionales, ainsi que l'interprofession Aprovalbois œuvrent pour la reconnaissance du matériau bois auprès du grand public mais aussi auprès des professionnels qui cherchent à approfondir leurs connaissances sur la mise en œuvre des écomatériaux⁶⁵. Le CAUE, ainsi que l'ordre des architectes sont actuellement des relais intéressants pour transmettre les informations techniques récentes aux maîtres d'œuvre.

Les architectes qui souhaitent se former aux techniques de mise en œuvre propres aux écomatériaux, peuvent le faire par l'intermédiaire de la formation continue ou de formations complémentaires aux études d'architecture. L'expérimentation⁶⁶ au cours de leur formation ou le passage par un chantier participatif, ou encore par l'expérience accumulée au cours de workshops de construction nationaux et internationaux, permet aux futurs architectes d'acquérir une compréhension plus fine de la mise en œuvre des matériaux leur permettant ainsi de mieux concevoir.

Les architectes ayant des compétences techniques peuvent devenir formateurs sur chantier

Quand il manque des entreprises et des compétences dans le monde de la construction, des architectes désirant promouvoir le développement d'un matériau peuvent faire le choix professionnel de devenir architectes constructeurs et formateurs. La SCOP de construction et de formation sur le matériau terre crue

⁶⁵ Association AIB : Architectes, Ingénieurs Bois

⁶⁶ Les Grands Ateliers de l'Isle d'Abeau (Villefontaine, Rhône-Alpes, France) ont été conçus pour accueillir de nombreuses écoles d'architecture, d'arts et d'ingénierie, pour y effectuer des ateliers pédagogiques qui mettent en relation les étudiants et la matière pour construire.

Caracol (POINTET, *op. cit.*), par exemple, est essentiellement composée d'architectes ayant été initiés à la matière terre durant leurs études d'architecture⁶⁷. Afin de former les entreprises de maçonnerie à la mise en œuvre de la terre crue, la coopérative peut apporter directement assistance lors de certaines phases du chantier ou sur toute sa durée. Elle organise aussi des stages de formations pour les professionnels du bâtiment à la technique de pisé neuf et aux méthodes de rénovation ainsi que pour d'autres techniques comme l'adobe, pisé, torchis, enduit, terre coulée, bauge).

Dans le cadre de la construction en paille, le collectif suisse CARPE remet en cause la chaîne classique « décideur-exécutant », en participant directement au chantier des bâtiments qu'il conçoit. Les membres de CARPE assistent et forment les participants qui peuvent, dans certains cas, être des professionnels, dans le cadre de chantiers expérimentaux privé ou publics (VILLE DE LAUSANNE, [s.d.]). Le triple rôle d'un chantier participatif public est en premier lieu de sensibiliser le public à la construction écoresponsable afin de créer une demande, en deuxième lieu de former les entreprises à la construction écologique et en troisième lieu de montrer qu'il est possible d'utiliser des techniques alternatives et écologiques dans le cadre de bâtiments publics neufs et contemporains.

L'architecte suisse Werner Schmidt (SCHMIDT, [s.d.]), qui a reçu une formation de maçon avant de devenir architecte, passe par l'élaboration de systèmes constructifs à échelle 1 avant de dessiner les plans d'exécution du projet final. Ce spécialiste de la construction en paille assiste directement sur le chantier les entreprises à la mise en œuvre de la paille et de la terre crue.

⁶⁷ Enseignement suivi à l'EAG, école d'architecture de Grenoble (France), aujourd'hui ENSAG

2.4.3 Construire avec du bois local, approprié pour répondre au besoin en habitat attractif, économique et écoresponsable de la Saône-et-Loire

2.4.3.1 Construire avec du bois local pour générer des emplois locaux, en particulier en zone rurale

Le bois est un matériau qui répond aux enjeux écologiques actuels

Pour réduire le bilan énergétique et le bilan carbone de la construction de l'habitat, il faut privilégier le bois local. En effet, le matériau bois pour la construction a des atouts : il est renouvelable, biodégradable, recyclable, produit par l'énergie gratuite du soleil, stockeur de carbone : le bois est le seul matériau de construction capable de présenter un bilan carbone positif : 1 m³ de bois récolté et transformé = 1 tonne de CO₂ stockée (2011). L'utilisation du bois pour la construction participe à la réduction de la quantité de déchets. Il est également peu consommateur d'énergie pour être exploité, transformé et mis en œuvre, en particulier si toutes ces opérations se font localement, avec un minimum de transport.

Une filière dont le poids économique est important

La filière bois en Saône-et-Loire représente un poids économique et un nombre d'emplois important. Elle compte plus de 4300 emplois (CCI 71, *op. cit.*) pour 55 entreprises de première transformation et 700 entreprises de seconde transformation (CRPF, *op. cit.*). La plupart de ces entreprises sont des PME de moins de 20 salariés, implantées sur tout le territoire. Elles maintiennent une activité dans des zones qui se désertifient. Quelques unités industrielles se sont implantées, amenant aussi de l'emploi dans la région. Pour une récolte de 1 000 m³ de bois, est créé l'équivalent d'un emploi dans le secteur de la sylviculture et de l'exploitation forestière, et 8 à 10 emplois dans l'ensemble de la filière bois (*Ibid.*). La construction constitue le premier débouché de la filière bois bourguignonne avec 46,8 % de son chiffre d'affaires total en 2005 (ESC DIJON, 2009). Dans la région 1115 établissements de la filière bois ont une activité en rapport direct avec le bâtiment : 83 spécialisés dans la fabrication de charpentes et de menuiseries, 124 dans les travaux de charpente, 908 dans la menuiserie (CONSEIL ÉCONOMIQUE ET SOCIAL DE BOURGOGNE, *op. cit.*). Un m³ de bois coupé destiné à la construction nécessite environ 30 heures de travail, 100 heures si le bois sert à fabriquer des fenêtres (MADLENER, KUBLI, BRÉZARD, ET AL., 2005). Il est donc intéressant de développer l'utilisation du bois dans la construction pour entraîner des effets sur l'ensemble de la filière en amont.

2.4.3.2 Une filière à développer pour mieux valoriser les ressources et les entreprises locales

La construction d'habitat économique utilisant du bois se justifie donc pleinement dans une logique d'économie locale et écoresponsable. Cependant, pour que l'impact de ce type de construction se répercute localement, il est essentiel que toute la chaîne de transformation de la ressource à la réalisation puisse se faire localement. Actuellement, l'exportation de produits à faible valeur ajoutée - bois rond ou brut de sciage - pour importer ensuite des produits à valeur ajoutée plus importante - bois traité, sec, raboté, classé, transformé en charpentes, menuiseries, panneaux - ne participe pas au développement économique du territoire de Saône-et-Loire. Si ce bois était exploité, transformé et mis en œuvre sur place, cela permettrait d'améliorer le bilan énergétique et le bilan carbone de la construction en bois en minimisant les transports. Avec l'augmentation du coût de l'énergie, du pétrole en particulier, une filière bois de proximité serait d'autant plus pertinente. Mais cela permettrait surtout de participer à l'économie locale en conservant la valeur ajoutée de la transformation du bois sur le territoire, en amenant de l'activité en zone rurale et en valorisant les compétences locales.

Une commande qui doit être lancée

Pour permettre la mise en place de la filière et la coordination de ses acteurs, il est nécessaire en premier lieu de déclencher les commandes, et donc de promouvoir le choix des bois locaux comme matériau de construction. Il est, en effet, primordial de sensibiliser les maîtres d'ouvrage et le grand public sur le bois. Malgré le travail de promotion réalisé par le Comité National pour le Développement du Bois, la sensibilisation du grand public et des maîtres d'ouvrage reste toujours indispensable pour développer la demande de bois pour l'habitat, car il existe encore des réticences. Le travail de promotion assuré par le Comité National pour le Développement du Bois valorise les arguments pour aller à l'encontre des idées reçues sur ce matériau. La culture française de la construction « en dur » entretient des idées fausses sur ce matériau : construire en bois, c'est faire disparaître la forêt, une construction en bois est moins durable qu'une construction en maçonnerie (syndrome « des trois petits cochons »), elle nécessite plus d'entretien, brûle plus facilement, le bois n'est pas un matériau résistant, le bois c'est cher... D'autres préjugés sont d'ordre esthétique : les bardages bois qui, avec le temps, deviennent gris sont mal acceptés, parler d'une maison en bois renvoie souvent à l'image du chalet... Contrairement à de nombreuses idées reçues, bien mis en œuvre et bien protégé, un bois laissé brut peut résister de façon très satisfaisante aux agressions du temps, sans nécessiter un entretien trop important. L'utilisation de sapin en bardage et en menuiserie sans traitement, ni lasure, ni peinture ne choque personne dans le Vorarlberg (2009), la culture constructive du bois en Autriche n'ayant jamais été abandonnée. Le bois est même utilisé non raboté en bardage, à l'image du bâtiment communal à Ludesch conçu par l'architecte Hermann Kaufmann et construit en 2005.



Fig. 84 Centre communal de Ludesch (Autriche)

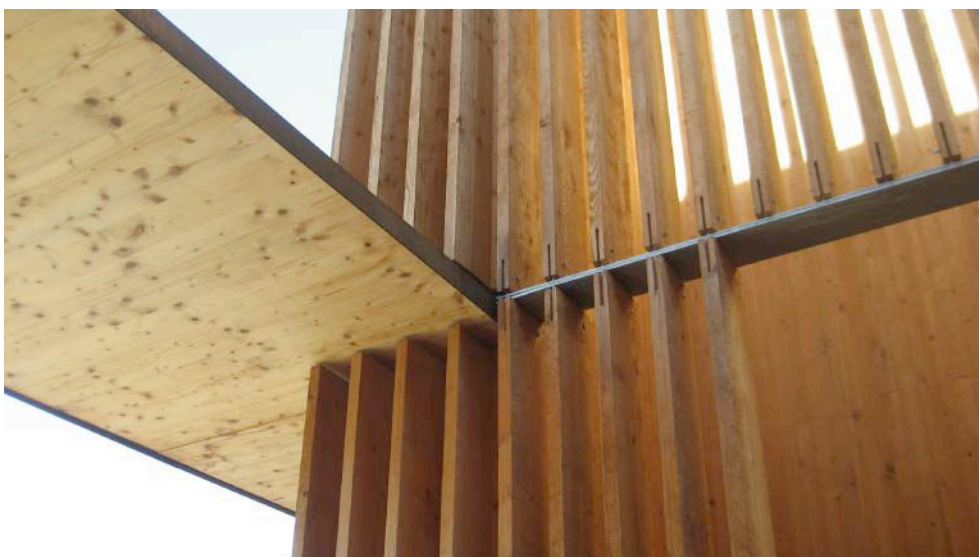


Fig. 85 Centre communal de Ludesch (Autriche) : détail de façade

Ce centre communal est née en partie grâce à la forte volonté du maire de Ludesch. Il a voulu et soutenu la démarche d'utilisation de produits locaux, en l'occurrence le sapin blanc, et la réalisation d'un bâtiment exemplaire au niveau économie d'énergie. Les maîtres d'ouvrage publics ont un rôle important à jouer grâce au levier de la commande publique. Au-delà de la sensibilisation des collectivités à demander du bois local pour la construction de leurs bâtiments, on se rend compte qu'il existe un blocage au niveau du système d'appels d'offre public. En effet, il paraît difficile dans un système de mise en concurrence d'exiger l'utilisation de bois de provenance locale et la transformation locale si ce bois n'appartient pas à la collectivité.

Aider les concepteurs à prescrire du bois : soutenir la création de bureaux d'études et l'édition de règlements favorables

Si les maîtres d'ouvrage n'ont pas toujours le réflexe de demander du bois, les prescripteurs ne sont pas non plus toujours conscients de l'importance d'utiliser le bois local. Arnaud Rochot, délégué d'Aprovalbois indique que « *Les architectes qui ne s'y connaissent pas trop ne demandent pas de bois local et se contentent parfois de recopier des DCE déjà tout faits sans se poser de questions sur les essences utilisées. Alors qu'en Bourgogne, il y a l'équipement pour faire des menuiseries en bois local par exemple.* » (ROCHOT, PROTAIS, ROUSSELET, *op. cit.*).

Au-delà des essences, c'est parfois la qualité de bois demandée qui pose problème, ou le fait de demander du douglas rouge (de cœur) alors que l'aubier du douglas est aussi de bonne qualité. P. Garmier, scieur, explique que : « *Dans leur cahier des charges, les architectes demandent toujours du douglas de classe 3, que du cœur car il est de couleur rouge, même si le bois est à l'intérieur.* » (P. GARMIER, M. GARMIER, 2009).

Entre les professionnels de la 2^{ème} transformation et les maîtres d'œuvre, on constate un manque de partage d'expérience dont la capitalisation pourrait pourtant faire avancer les choses. Enfin, dans un contexte où les performances énergétiques des bâtiments sont observées à la loupe, il est nécessaire pour l'ensemble des acteurs de la filière, de se former à ces questions et de les mettre en pratique rapidement.

Peu d'architectes et de bureaux de contrôle sont vraiment formés à la construction en bois. Les ingénieurs compétents sont rares. Ainsi, en Saône-et-Loire en 2009, aucun bureau d'études des structures n'était particulièrement spécialisé dans le bois mais il y avait en revanche des compétences bois dans les bureaux d'études existants. Un bureau d'étude, issu du monde du lamellé-collé, (SAUVIGNET, 2009) s'est créé récemment et permettra de répondre plus facilement à toutes les demandes d'études produites par les architectes.

Les prescripteurs principaux de bois dans l'habitat sont les architectes et les ingénieurs. Des architectes ayant une démarche « militante » en faveur du bois exercent en Saône-et-Loire, mais restent peu nombreux. Les bureaux d'études techniques spécialisés sont quasi inexistantes. Selon Laurent Bléron, chercheur au centre Art et Métiers ParisTech Cluny : « *Des architectes prêts à faire du bois, on en a en Bourgogne, mais ce qui leur manque derrière, c'est un bureau d'étude pour les suivre, les aider.* » (BLÉRON, 2009).

Une association bourguignonne des Architectes et Ingénieurs Bois (AIB), qui représente environ un dixième des architectes de la région et trois ingénieurs, a été créée en 2001. Cette association, pour l'instant peu active, mériterait d'être valorisée pour échanger les expériences, promouvoir la construction bois localement et représenter un centre de ressources pour les maîtres d'ouvrage. D'autres maîtres

d'œuvre et constructeurs proposent des maisons à ossature bois clef en main à partir de modèles sur catalogue. Ces sociétés s'adressent surtout à des populations aisées.

Dans les plans locaux d'urbanisme (PLU), l'utilisation du bois peut être proscrite à cause de la présence de débords de toiture pourtant indispensables à la pérennité de l'ouvrage, ou du grisaillement des façades, rendant difficile l'obtention d'un permis de construire. J-P Juhel, architecte au Creusot, confirmait que : « *Ce qui paraît paradoxal aujourd'hui, c'est qu'il y a une grosse demande de maison individuelle en bois. On s'aperçoit que la réglementation actuelle des PLU est totalement dix ans en arrière par rapport à cette demande. On ne peut rien faire en terme de création architecturale aujourd'hui.* » (JUHÉL, 2009)

Ceci handicape l'utilisation du bois, alors que les professionnels des matériaux concurrents, structurés et organisés, ont su établir les normes et certifications nécessaires à leur développement.

Coordonner les acteurs pour une réponse de proximité à la construction d'habitat

Selon B. Pillot, Bureau d'étude structure TECO, à Mâcon, « aujourd'hui on a un vrai problème avec l'organisation de la réponse de proximité. (...) dans tout ce qui se fait à ossature bois, il y a très peu de réponses locales. Pour moi, le bois ça doit être quelque chose qui se travaille à proximité, avec des entreprises de proximité. » (Ibid.). Le développement de la construction en bois ne pourra contribuer à une meilleure valorisation de la filière locale, nous l'avons dit, que si l'offre de construction en bois au niveau régional peut répondre à la demande. Pour cela, elle doit être suffisamment structurée.

Entre forestiers et 1^{ère} transformation tout d'abord, une meilleure logistique de mobilisation et de transport des volumes pourrait diminuer le coût de la matière première. En effet, en Saône-et-Loire, 1/3 des forêts sont publiques (domaniales et communales), 2/3 sont privées, appartenant à 44 000 propriétaires (CRPF, op. cit.). Malgré le travail effectué par le CRPF pour optimiser et mutualiser la gestion des forêts privées, le morcellement de la propriété est un frein à une gestion optimale des massifs et influe sur le coût du bois. « Les acheteurs pouvant difficilement mettre en œuvre des contrats d'approvisionnement de long terme se contentent d'achats en petites quantités et au coup par coup. L'accroissement de la demande de la part de la 1^{ère} transformation se répercute dès lors rapidement sur le prix de la ressource. » (ESC DIJON, op. cit.)

Nous l'avons vu précédemment, environ la moitié du bois utilisé par les entreprises de 2^{ème} transformation est importé. Cela dénote des problèmes pour l'approvisionnement des entreprises de 2^{ème} transformation en bois local, ou d'une offre de la 1^{ère} transformation qui ne correspond pas à la demande de la construction en bois : prix, classe de bois, séchage...

« Les PMI de la 2nde transformation ne peuvent traiter directement ni avec les grandes scieries industrielles, qui travaillent sur des volumes trop importants, ni avec les scieries artisanales, dont les capacités ne sont pas nécessairement suffisantes. Elles doivent donc se fournir auprès de négociants, dont les fournisseurs sont nationaux, voire internationaux, pour pouvoir répondre aux marchés qui leur sont proposés » (Ibid.)

Plus de concertation entre les deux maillons de la filière leur permettrait de travailler ensemble pour résoudre cette question. D'autres produits pour la construction, comme les panneaux en bois contrecollés ou les dalles bois ne sont pas fabriqués localement.

Comme les petites scieries, individuellement, ont du mal à assurer un approvisionnement qui conviendrait aux entreprises de 2^{ème} transformation, les petites entreprises de charpente ou de menuiserie n'ont pas toujours la capacité de répondre de manière isolée aux marchés importants de construction d'habitat.

Les bailleurs sociaux ont du mal à trouver des entreprises de construction suffisamment organisées pour répondre à leurs programmes souvent assez conséquents pour des PME. Et encore peu de professionnels sont formés à la construction de bâtiments basse consommation, pourtant de plus en plus demandés. Il est donc nécessaire d'organiser et de continuer à former la filière locale pour répondre efficacement à toutes les exigences.

Face à une demande des collectivités et des bailleurs sociaux en pleine croissance, ce sont souvent des entreprises extérieures ou de grands groupes de construction qui répondent. C'est par exemple le groupe Ossabois qui a réalisé les cinq pavillons à ossature bois à Dompierre-les-Ormes avec l'OPAC 71, ou le groupe Jacob qui a lancé la construction de treize maisons BBC à La Charité-Sur-Loire avec Nièvre Habitat. D'autres entreprises internationales importent des maisons en bois mais ce type de structures qui n'utilise pas de bois local et ne crée pas d'emploi local pourrait être concurrencé par des entreprises locales si celles-ci trouvaient un mode d'organisation leur permettant d'augmenter leur capacité.

Si la capacité de réponse de ces petites entreprises est d'envergure faible, elles sont souples et peuvent s'adapter facilement à des constructions variées. P. Covre, charpentier, explique qu'il n'a pas les mêmes soucis qu'un industriel. Cela lui permet de faire des choses différentes : *« Les industriels ont un détail (constructif) qui est fait, et ils ne veulent pas en changer. Mais nous, on ne veut pas se spécialiser, faire du lotissement (par exemple). On travaille sur des projets et des techniques différentes et où il faut toujours s'adapter. »* (COVRE, op. cit.)

La formation aux métiers du bois et la recherche : des atouts pour la filière

La formation professionnelle aux métiers du bois en Saône-et-Loire est complète : elle va du CAP, en passant par les bac pro et BTS, à la formation d'ingénieurs et au niveau doctorat à l'ENSAM de Cluny.

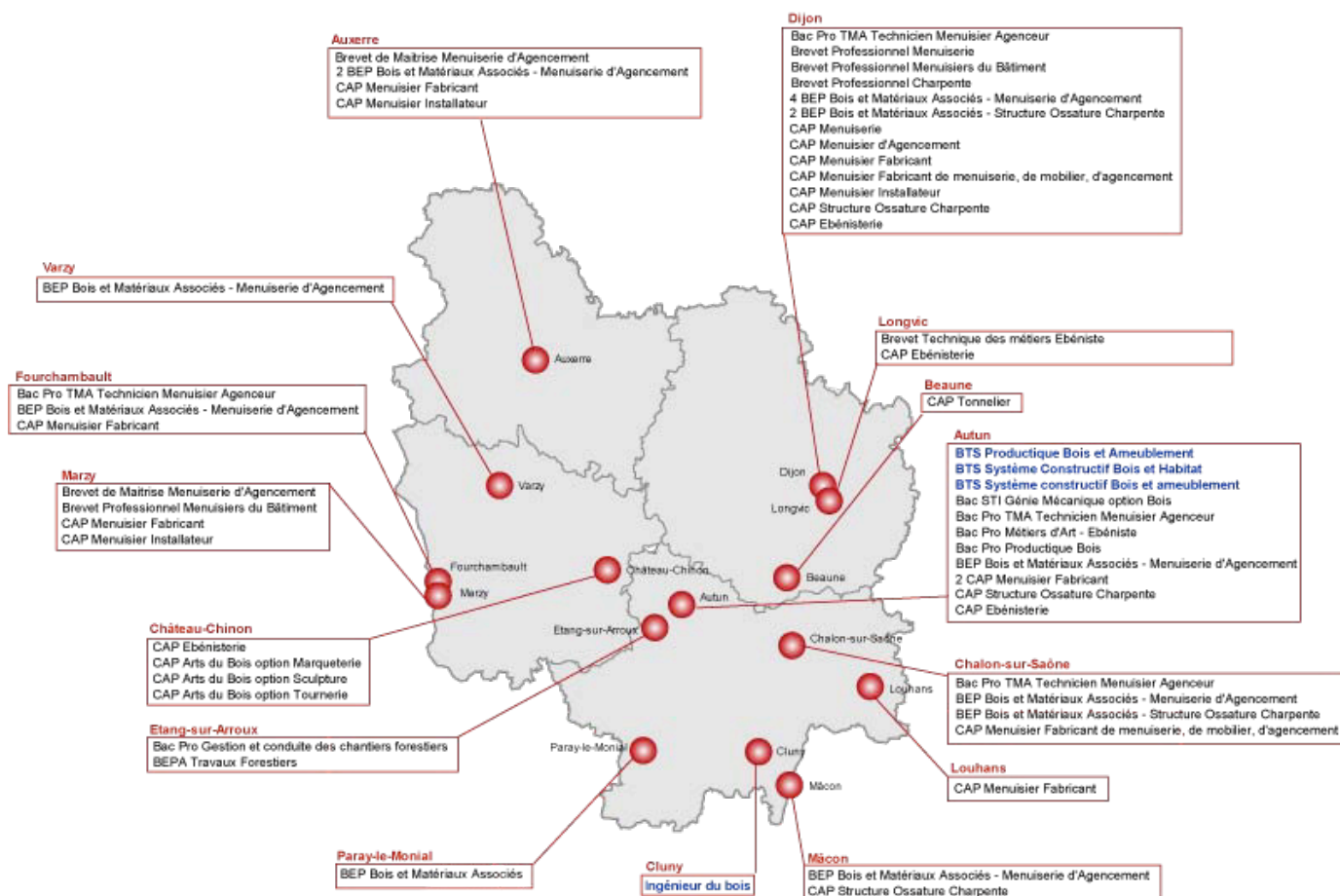


Fig. 86 Formations dans le secteur bois en Bourgogne (BOURGOGNE DÉVELOPPEMENT, 2009)

Malgré cette offre large, des professions manuelles à l'ingénierie, les métiers du bois ont du mal à recruter des jeunes motivés et bien formés pour travailler en zone rurale et dans des métiers qui ont une image de pénibilité. Alain Dovillaire, directeur du centre Arts et Métiers ParisTech Cluny rappelle que : « *Nous faisons beaucoup d'efforts pour attirer des jeunes dans la filière bois, ce qui n'est pas gagné d'avance, même dans nos métiers.* » (DOVILLAIRE, 2009)

La recherche sur le bois matériau de construction est présente dans le département avec le centre des Arts et Métiers de Cluny qui intègre le Laboratoire Bourguignon des Matériaux et Procédés (LaBoMaP). Des axes de recherche sur le bois au sein de cette équipe pourraient participer à la promotion de la construction d'habitat économique en bois local. Le LaBoMaP travaille sur le classement mécanique des bois locaux pour une caractérisation plus fine des résistances mécaniques des essences locales.

Un des intérêts remarquables de la recherche sur le bois à l'ENSAM est qu'elle est proche des entreprises. Robert Collet, enseignant chercheur à l'ENSAM, assure une mission de soutien aux scieries en partenariat avec le FCBA :

« Aujourd'hui c'est 50% de mon métier d'enseignant chercheur. Dans cette mission, il y a une partie animation, cela me permet de participer à certaines réunions, d'aller visiter des entreprises et d'y retourner régulièrement. Cela me permet aussi dans la partie animation de monter des projets de recherche. Cette mission a aussi un côté diagnostique court, il peut intervenir à discrétion en fait je peux intervenir pour faire du conseil de manière courte dans une limite de deux à trois jours par entreprise après si l'on veut faire plus ensemble, on fait une prestation de conseil. ». (COLLET, *op. cit.*)

De plus, l'Association de Recherche pour la Technologie et les Sciences des Centres d'Enseignement et de Recherche d'Arts et Métiers Paris Tech (ARTS) permet aux centres comme le LaBoMaP de travailler en collaboration avec les professionnels en établissant des contrats de recherche. Laurent Bléron, enseignant chercheur au centre Arts et Métiers ParisTech Cluny (ENSAM) explique que cette association permet de faire : *« la liaison entre l'industrie et la recherche. Des PME qui n'ont pas la capacité en recherche et développement demandent des études à ce type de centres de recherche. L'étude région de Bourgogne douglas, on l'a faite comme ça. »* (BLÉRON, *op. cit.*)

C'est grâce à cette structure que les chercheurs de l'ENSAM ont apporté leurs compétences pour la mise en place d'une unité de bois chauffé. Le projet Bois Durable de Bourgogne est le résultat de la coopération de scieries industrielles qui se sont organisées pour créer des activités à plus forte valeur ajoutée avec les chercheurs à travers ARTS. Après une phase d'évaluation, ils ont investi ensemble dans une unité de traitement haute température. R Collet explique en détail l'unité :

« Cela regroupe six industriels de Bourgogne dont des scieurs de feuillus qui sont intéressés surtout pour mettre de la couleur pour du parquet ou des plans de travail. Le bois traité à haute température, peut être un moyen de valoriser certaines essences locales dites pas nobles en leur mettant une couleur et un peu de durabilité « bio » : ça peut être intéressant. C'est un procédé qui a une valeur ajoutée, qui a un certain coût quand même. » (COLLET, *op. cit.*)

Ce projet a aussi un intérêt pour la valorisation du bois local. Il permet d'utiliser du bois local traité dans des cas où l'on a besoin de bois de classe 4 (résistant à l'humidité) qui est une qualité difficile à atteindre pour les bois européens. Si le fait

de chauffer les bois leur fait perdre en caractéristiques mécaniques, leur utilisation peut être intéressante en bardage, lames de terrasse... Arnaud Rochot, délégué général Aprovalbois, explique que cette technique a une incidence économique et écologique importante : « *Le bois local chauffé permet d'obtenir toutes les teintes souhaitées, même proches des bois exotiques, ce qui représente un coût énergétique intéressant par rapport au bois d'Afrique, en pouvant remplacer des traitements chimiques, et fait de l'emploi local.* » (ROCHOT, PROTAIS, ROUSSELET, *op. cit.*)

Une organisation transfiliaire et de proximité à repenser pour assurer l'approvisionnement et les débouchés de chaque échelon

Pour faire évoluer la filière, il faut à la fois faire évoluer l'offre et la demande car s'il n'y a pas de demande, les entreprises n'ont aucun intérêt à évoluer, et s'il n'y a aucune entreprise capable de répondre à une évolution de la demande, les maîtres d'ouvrage risquent de se tourner vers d'autres techniques ou d'autres entreprises. L'un entraînant l'autre, la progression de la demande en habitat basse consommation est une opportunité pour la filière bois de se regrouper et de réfléchir à une nouvelle organisation plus concertée pour y répondre. C'est l'occasion de mettre en place une filière locale courte et structurée de la forêt au bâtiment. Il s'agit de favoriser la proximité en privilégiant l'emploi local et les savoir-faire présents, et d'établir un réseau de professionnels qui collaborent pour améliorer l'ensemble de la filière, partager leurs expériences et faire progresser le travail de chacun. Cette mutation vers un réseau a déjà commencé avec des petits groupements d'entreprises et avec la volonté politique de la région et du département de constituer des clubs ou clusters autour de la construction écoresponsable. J Ducerf, scieur, président d'Aprovalbois, déclare :

« On a fait depuis un certain nombre d'années des efforts importants sur la promotion de la construction bois. Aujourd'hui, il y a un engouement. (...) Parallèlement à cette promotion de la demande qui a porté ses fruits, la promotion de l'offre n'a peut-être pas été suffisante. On est dans cette phase là, et la raison d'être d'un club comme celui-là c'est d'améliorer l'offre sur les plans quantitatifs et qualitatifs. (...) Je crois qu'on a vraiment besoin de mettre ensemble des gens, des architectes, des bureaux d'études, des charpentiers, des menuisiers... pour essayer d'arriver à développer une offre qui soit qualitativement bonne et avec des projets concrets qui se mettent en œuvre. Je crois qu'on a ici en Saône-et-Loire tous les outils nécessaires pour ça. » (DUCERF, 2009)

Le blocage principal pour une filière locale continue se situe au niveau de l'approvisionnement des entreprises de 2^{ème} transformation. Pour remédier à ce problème, il est nécessaire d'inscrire la 1^{ère} transformation dans une dynamique de filière, plus en dialogue avec l'amont et l'aval. Le secteur de la construction utilise principalement des produits séchés, caractérisés et de dimension standardisée en

résineux alors que la plupart des scieries produisent des éléments sur liste en bois de feuillu. Les enjeux essentiels pour les scieurs sont donc le séchage du bois, sa caractérisation, la gestion d'un stock disponible rapidement, et cela à un coût compétitif. Si le passage au douglas s'amorce et si les scieries industrielles peuvent faire les investissements nécessaires pour répondre à ces enjeux, beaucoup de scieries n'en ont pas les capacités. La diversité des dimensions et des services complémentaires des scieries (sciage à façon et sur mesure ou produits standard en gros volumes) est un atout à conserver pour répondre à tous les besoins. Il n'est donc pas question de faire disparaître les scieries artisanales au profit des scieries industrielles. Comme avec le CIBC en Chartreuse, on pourrait imaginer que les artisans investissent collectivement pour sécher et classer mécaniquement le bois et gérer un stock commun de sections de bois définies en concertation avec les architectes. Ceci permettrait une sécurisation des débouchés pour les scieries, mais aussi des approvisionnements en bois local pour les maîtres d'œuvre, artisans de la 2^{ème} transformation et particuliers correspondant à leurs besoins. Ils pourraient alors s'adresser directement aux scieurs plutôt qu'à la grande distribution. L. Bléron remarque :

« Les machines de classement coûtent cher. Peut-être qu'ils se mettront d'accord et feront un centre commun de séchage, et de classement. Je pense que c'est la solution, parce qu'acheter des séchoirs et des machines de classement, à mon avis, il n'y a personne qui peut y aller. Le gros frein il est là, il faut que les gens veuillent travailler ensemble et après il faut qu'ils trouvent un porteur de projet, un animateur dans ce projet. » (BLÉRON, op. cit.)

La logique de mutualisation peut aussi être intéressante pour la 2^{ème} transformation. Elle permettrait une diminution des coûts de production avec des économies d'échelle par une mutualisation de services communs (veille technologique, recherche et développement, achats groupés et vente en commun) et d'investissements collectifs (machines de taille à commande numérique, tables de montage de panneaux à ossature bois, engins de levage,...). Au-delà des avantages économiques, cela permettrait de répondre collectivement à des appels d'offre pour avoir une capacité de production suffisante, une mise en cohérence des coopérations déjà existantes, une mise en relation des différents opérateurs et des échanges d'informations, un partage des expériences. Ceci amènerait à plus d'efficacité pour des chantiers plus organisés avec la mise en œuvre progressive de procédés de construction communs. A terme, cette coopération apporterait aux entreprises la possibilité de répondre à plusieurs à des marchés trop importants pour une seule d'entre elles et d'accéder à des équipements de production plus efficaces. La constitution d'une offre complète et lisible encouragerait son recours par les maîtres d'ouvrage et pourrait faire concurrence à des grosses entreprises de construction. La garantie de qualité, du service complet, améliorerait l'image de marque et

valoriserait plus le travail des artisans. La démarche de travail en réseau peut aussi amener à des groupements de différents métiers pour proposer de manière intégrée de l'habitat avec du bois, de la maîtrise d'œuvre jusqu'à la réalisation complète.

On observe ces dernières années des professionnels qui commencent à s'organiser entre eux pour essayer d'offrir de l'habitat en bois produit localement.

Phillipe Covre, charpentier, rapporte le propos suivant :

« Les quatre, on est venus à se grouper, c'est parce qu'on était en concurrence. (...) On n'était pas organisés, on travaillait tous un peu dans notre coin... Et puis ça a bien changé. Hier j'étais à une réunion de charpentiers pour un groupement d'achat pour les bois. Mon père lui, ça n'aurait jamais été concevable auparavant ! C'était vraiment des histoires de clochers avant. Maintenant, on est quand même beaucoup plus ouverts, on s'arrange sur les chantiers, on les prend en commun. Avant c'était des cas très isolés ça. » (COVRE, op. cit.)

Un autre groupement, pluri-métiers, a vu le jour à proximité de Dijon. Il s'agit de Maison Ossature Bois Bourgogne (MO2B) créé par deux entreprises, Les Charpentiers de Bourgogne et Javaux Lévêque emballage industriel. Ici, les compétences et l'outil de production de l'entreprise d'emballage ont été mis à contribution pour produire des panneaux à ossature bois. D'autres constructeurs de maisons à ossature bois : tel les Charpentiers du Morvan, commencent à travailler avec la scierie de Sougy et proposent des ossatures en douglas local. Ces groupements sont une manière pour les petites entreprises de mutualiser des investissements et des services, d'élargir leur offre de produits, de répondre à des appels d'offre plus importants.

Huit entreprises artisanales de transformation du bois se sont associées pour utiliser une cellule mobile de séchage artificiel des bois. Aprovalbois et le Parc du Morvan tentent de mettre en place un réseau d'achat de bois du Morvan pour faciliter la relation entre vendeurs et acheteurs de bois artisanaux (petits volumes, essences secondaires, bois non purgés de défauts...) (PNR MORVAN, 2011).

Pour que ce réseau fonctionne, il est nécessaire que la maîtrise d'œuvre soit suffisamment formée et consciente de ces enjeux, et s'attache à valoriser la ressource en bois et en main d'œuvre locale par des prescriptions adaptées à la ressource (essence, classe...) et à l'offre des entreprises. Pour cela, elle doit avoir une connaissance de ces ressources et des conséquences des choix faits pour les projets d'architecture.

Des stratégies politiques sont à privilégier pour permettre la mise en place d'un tel réseau dans le domaine de l'habitat écoresponsable. Il s'agit de :

- faciliter la réunion de tous les acteurs pour une réflexion collective autour de nouvelles manières de concevoir la production de l'habitat et de la capitalisation des connaissances et de l'expérience locales et mondiales ;
- à travers les collectivités, jouer le rôle de maître d'ouvrage pour lancer ces innovations dans des constructions témoin et de faire changer la procédure d'appels d'offre pour pouvoir favoriser les filières courtes et la participation de tous les acteurs à la conception des projets ;
- participer à donner une image positive des métiers de la forêt et du bois et une offre de bonnes conditions de vie en zone rurale pour attirer des jeunes motivés et bien formés ;
- soutenir la veille, l'innovation, la recherche et la formation continue de toute la filière ;
- réviser les règlements qui font obstacle de manière injustifiée à l'usage du bois dans la construction ;
- organiser les artisans (à l'image de l'association faCE⁶⁸) pour accéder aux certifications et labels demandés pour l'habitat de demain.

⁶⁸ Voir « Les normes » p.91

La filière bois du Vorarlberg, un moteur économique et social

(VOYAGE D'ÉTUDES VORARLBERG, op.cit., GAUZIN-MÜLLER, 2010i)

Le land autrichien du Vorarlberg est un exemple de mise en pratique d'un développement écoresponsable à l'échelle d'un territoire. La filière bois artisanale et industrielle très performante profite à toute la région. Elle participe à son essor économique, non seulement par la valorisation du bois local pour la construction, mais aussi avec un soutien de l'emploi, surtout dans les zones rurales.

Un pragmatisme qui évite le gaspillage

La coopération entre maîtres d'ouvrage, architectes, ingénieurs et artisans du bois génère une intelligence collective qui permet d'éviter le gaspillage de temps, d'argent, de matières premières, de ressources humaines. Tous les acteurs sont impliqués dès le début des projets et mènent une réflexion globale, en réseau.

La recherche d'un équilibre entre tradition et modernité

Le Vorarlberg a réussi à conserver une identité régionale entre tradition et innovation. « Le maintien de la tradition exige la transmission de la flamme, pas la conservation des cendres » (KAPFINGER, 2003a, p.83). Issue de la tradition locale de la charpenterie, son architecture résolument contemporaine de grande qualité a acquis une forte renommée. Les architectes comme les artisans du bois ont à cœur de s'impliquer pour la qualité et d'investir dans l'innovation. Des relations humaines basées sur la confiance. Cette émulation constructive n'est possible qu'avec une transmission des savoirs pour les professionnels et si les maîtres d'ouvrage sont sensibilisés aux questions d'environnement et d'architecture. Pour cela, le cluster Holzbau Kunst a une triple stratégie :

- valorisation des constructions (Holzbau Preis),
- amélioration des compétences par un programme de formation initiale et continue (Holzbau Zukunft),
- travail de lobbying et communication soignée.

L'architecture contemporaine, grâce à ce travail de communication, est bien acceptée par la population et se mêle à l'architecture traditionnelle. Les maîtres d'ouvrage volontaires et avertis ont le réflexe de faire appel aux professionnels locaux, le « sur-mesure fait main » ne coûtant pas plus cher que le « prêt à monter ».

Une généralisation du retour d'expérience

Les professionnels du Vorarlberg avancent pas à pas en profitant à chaque étape du retour d'expérience et en en faisant profiter l'ensemble de la profession. Ceci permet de tirer peu à peu l'ensemble de la filière vers le haut, en responsabilisant chacun à son échelle d'intervention.

A la différence de la filière bois de Chartreuse, la filière bois en Saône-et-Loire

regroupe des entreprises d'échelles très diverses, ce qui est un défi de plus pour sa structuration. Cependant la mutualisation d'équipements et de services pour les petites entreprises est un élément important qui pourrait être transposé en Saône-et-Loire. L'exemple du Vorarlberg montre qu'il est important de travailler en collaboration et de capitaliser l'expérience acquise par chacun pour faire progresser l'ensemble des professionnels.

2.4.3.3 Des pistes pour une utilisation du bois dans l'habitat qui valorisent mieux les ressources et les entreprises locales

Une variété et une hybridation des modes de production de l'habitat pour une offre riche qui valorise toutes les entreprises

Pour valoriser tous les savoir-faire et moyens de production locaux et pour assurer une diversité sur le territoire, il est primordial de structurer toutes les échelles et tous les secteurs d'entreprises, tous les types de structures : artisans, groupements d'artisans, entreprises industrielles, autoconstructeurs, et tous les types d'outils de production : petites et grosses scieries, ateliers de charpente et de menuiserie, séchoirs, engins de transport et de levage, découpe à commande numérique, tables de montage panneaux à ossature bois, unités de fabrication de lamellé-collé, unités de fabrication de produits en bois reconstitué,... Ceci permettra de pouvoir répondre à des besoins différents qui seront toujours représentés et d'éviter une uniformisation des formes et modes de production de l'habitat. La diversité et l'hybridation des modes de production (produits standard et produits sur mesure, production artisanale et production industrielle,...) sont autant de potentiels pour la filière et permettraient à tout type de bois et d'entreprise de trouver sa place en étant efficace.

Les entreprises bois Saône-et-Loriennes, pour la majorité, emploient moins de vingt salariés et ne disposent pas de moyens de production industriels. Ces structures peuvent être valorisées par des systèmes de production adaptés et efficaces, la petite échelle n'excluant pas l'innovation des produits et des modes de production. Elles ont l'avantage d'être plus souples que les industries et de s'adapter plus facilement à des projets non standard. Robert Collet relève :

« Il faut qu'on trouve des solutions, à mon avis c'est une règle pour le développement local, qui ne soient pas forcément au plus haut niveau de l'industrialisation et qui restent accessibles au niveau des entreprises locales. » (COLLET, op. cit.)

L'exemple de l'ossature bois illustre bien cette question. Cette technique peut très bien être réalisée par un artisan charpentier avec un atelier de charpente

rudimentaire. Elle peut également être effectuée de manière complètement automatisée avec des machines très sophistiquées. Il existe différents grades d'automatisation et d'industrialisation entre ces deux extrémités, chaque entreprise pouvant choisir celui qui convient à son échelle, ses capacités, son matériel.

Au sein de l'entreprise Vouillon, le flux de travail entre l'architecte et le charpentier passe par l'élaboration des détails non pas par l'architecte, mais par le prestataire de charpente qui a mis au point des détails d'assemblage réalisable par sa machine. Ses clients sont pour la plupart des charpentiers, mais également quelques particuliers qui se lancent dans l'autoconstruction de leur charpente. Les kits de charpentes sont livrés avec une notice de montage permettant de gagner du temps de chantier et de main d'œuvre et donc d'économiser de l'argent.

Côté industrie, les deux lamellistes performants implantés en Saône-et-Loire sont un atout indéniable. La diversification d'une entreprise d'emballage bois industriel dans la fabrication de panneaux à ossature bois dont les procédés sont proches est une piste intéressante car elle utilise des outils de production existants et fait intervenir un savoir-faire différent. L'avantage des produits fabriqués industriellement est souvent leur coût : l'efficacité et l'échelle de production induit une économie. Des architectes comme Anne Lacaton et Jean-Philippe Vassal ont prouvé qu'en utilisant ce type de produits pour l'habitat, on pouvait arriver à des coûts bas. La réflexion de l'OPAC 71, par exemple, avec la Gamme bois sur un noyau technique standard en bois préfabriqué industriellement et identique pour tous les projets (le reste du projet étant conçu en fonction du site, adapté à chaque cas, avec des techniques moins industrielles) constitue une hybridation intéressante de modes de production. Une étude est faite pour calculer à partir de combien d'unités cette production de noyaux techniques serait économiquement rentable, et un partenariat est envisagé avec d'autres bailleurs sociaux pour mutualiser cette production.

Un rapport produit en 2007 à l'initiative de la Préfecture de Bourgogne relève que « *La filière bois en Bourgogne n'offre guère de produits issus des transformations à forte valeur ajoutée, à la différence de la Franche-Comté qui, aujourd'hui, semble profiter largement de la ressource bourguignonne.* » (PRÉFECTURE DE LA RÉGION DE BOURGOGNE, 2007) De nouveaux produits comme les panneaux contre collés de type KLH ne sont pour l'instant pas fabriqués localement. Le siège de l'ONF à Dijon, par exemple, est le premier construit en KLH en Bourgogne. Les panneaux proviennent d'Autriche mais ont été montés par une entreprise locale : Sacet. M. Roche-Gaillon, travaillant dans cette entreprise, note :

« J'ai été surpris de voir que des panneaux de 14 mètres taillés au 1/10^e de mm se posent aussi facilement. Au bout de trois jours le bâtiment était levé. (...) Les plans de calepinage et les plans de chargement ont été envoyés chez KLH en Autriche, pour que le premier panneau à décharger soit le premier à mettre en place. Tout cela suppose en amont une étude du montage et une mise au point du

chantier très poussées. On s'est lancé dans ce dossier parce que c'était nouveau, le premier bâtiment qui se faisait en Bourgogne. Beaucoup d'entreprises n'ont pas voulu se lancer, parce qu'il y avait énormément d'études à réaliser en amont et un coût élevé de fournitures pour peu de main d'œuvre. C'est un chantier intéressant pour la rapidité. On travaille au sec, avec les pieds au propre. En compétition avec d'autres matériaux je ne suis pas certain. J'ai accepté pour montrer que l'entreprise est capable de faire aussi autre chose que de la charpente traditionnelle, le métier évolue, il faut évoluer avec lui.» (M. ROCHE-GAILLON, [s.d.])

Ce type de produits en bois reconstitué tels que panneaux, dalles en bois, éléments de structure, qu'ils soient collés, vissés, cloués ou tourillonnés, sont des produits intéressants qui permettent de simplifier considérablement les chantiers. Ils risquent d'être de plus en plus utilisés. Il pourrait donc être pertinent de les produire localement de manière industrielle ou plus artisanale, de façon la mieux adaptée au territoire. Ces produits permettraient d'utiliser une grande quantité de bois de qualité secondaire ou de côté. Certaines de ces techniques sont par exemple assez tolérantes pour utiliser des plateaux toute largeur et ainsi réduire la quantité des chutes au minimum.

Une bonne connaissance de la ressource pour la valoriser au mieux

L'enjeu est de mettre en place une gestion qui garantisse l'approvisionnement en quantité et en qualité des marchés tout en assurant la pérennité de la ressource et en conservant un équilibre naturel et paysager. C'est la voie dans laquelle s'est engagée l'exploitation forestière locale en 2001 avec l'éco-certification PEFC, garantissant à l'utilisateur une gestion durable la forêt. 31 % de la récolte de grumes bénéficie en 2007 de cette certification (AGRESTE BOURGOGNE, *op. cit.*). Mais le morcellement de la propriété forestière reste un obstacle à la gestion durable : choix des essences, sylviculture, planification des coupes, optimisation du transport... La production de bois d'œuvre de qualité est économiquement plus rentable que la production de petits bois ou de bois de qualité secondaire qui ont souvent du mal à être vendus. Il est donc important pour la filière de rechercher au maximum l'amélioration de la qualité du bois d'œuvre avec une sylviculture adaptée. Cette question de la qualité du bois est relevée par la revue Agreste Bourgogne : « *Le marché est de plus en plus exigeant pour la qualité des bois : en feuillus, ne sont véritablement prisés que les bois cylindriques, de droit fil, à grain fin, peu colorés, avec peu d'aubier, sans nœud ou à très petits nœuds, sans singularité ni défaut. Les conifères doivent être sans nœud sur le maximum de longueur, cylindriques, à cernes fins.* » (Ibid.). Il est aussi primordial que ce bois soit caractérisé précisément, nous l'avons vu, pour optimiser son utilisation en structure. Par ces deux opérations, on diminue la quantité de bois

considérés de qualité secondaire. Il restera cependant une partie du bois qui sera considéré de qualité inférieure et peu valorisé.

Plusieurs types de bois pour l'instant peu valorisés sont potentiellement utilisables en bois d'œuvre pour la construction : le bois de qualité secondaire, le bois d'éclaircie (de faible diamètre). Une troisième source d'approvisionnement est le bois de côté, issu des scieries. Il s'agit de produits connexes qui restent une fois les pièces principales découpées : écorce, dosses et délignures. Les planches de bordure, souvent de petite épaisseur et longueur (car le tronc est conique) et de largeur variable, produites en quantité par les scieries sont peu valorisées même si elles sont de bonne qualité. Selon P. Garmier, scieur, « *Le bois avec aubier est déclassé et reste en stock. Les bois de petite section (27 mm X 100 mm) sont des produits plutôt pour les palettes, des produits « de côté », à usage unique et à courte durée de vie, peu valorisés.* (P. GARMIER, M. GARMIER, *op. cit.*) .

Pour tous ces bois peu valorisés, on pourrait imaginer une utilisation dans la construction de l'habitat, avec des systèmes constructifs ou des produits adaptés à leurs caractéristiques : noueux ou de petites sections, de faible longueur. F. Pauquai fait l'observation suivante :

« Il faut favoriser une utilisation du chêne de 2^{ème} catégorie, parce que la 1^{ère} catégorie avec les tonneaux, on aura toujours des marchés. (...) On a beaucoup de chênes de qualité secondaire, mais peu de marché, surtout depuis que la SNCF ne fait plus traverses de chemin de fer. »
(PAUQUAI, *op. cit.*)

Pour la construction d'un habitat avec du bois local, il serait donc intéressant de trouver des débouchés adaptés à la ressource, aux peuplements et à leurs caractéristiques. En effet, la production de bois d'œuvre est tributaire du sol et du climat et demande beaucoup de temps.

Il est donc plus simple d'adapter les systèmes constructifs à la ressource locale que d'essayer d'adapter la ressource à des standards de construction parfois importés de pays où le bois a des caractéristiques différentes. F. Pauquai relève aussi le point de vue suivant :

« On nous dit les industriels veulent ça, vous avez intérêt à produire ça. Nous il nous faut 40 ans pour commencer à produire ce qu'ils veulent. Alors qu'eux pour construire une usine il leur faut deux ans. Il faut que ce soit eux qui s'adaptent à notre production. Ça paraît... écologique. Par contre notre souci à nous c'est d'essayer de produire de la qualité. » (Ibid.)

Des systèmes constructifs qui valorisent mieux la ressource

En premier lieu, il s'agit de lancer la demande pour utiliser le bois d'œuvre traditionnel en plus grande quantité, et prouver que l'on peut construire pas plus cher un habitat de qualité avec ce bois. Une fois ce marché lancé, on peut penser que le bois d'œuvre, en particulier le douglas classé C24, C30 n'aura pas de mal à être employé. Pour les autres bois de moins bonne qualité ou de petites sections dont nous avons parlé précédemment, on peut imaginer des systèmes constructifs adaptés qui permettent de les utiliser au maximum de leurs capacités.

Valoriser les bois de qualité moyenne avec de la construction en bois massif.

La manière la plus simple de valoriser la ressource locale est de l'utiliser en bois massif, transformé au minimum, ce qui implique aussi un minimum d'énergie grise et un coût de transformation moindre. Ceci signifie par exemple, pour le bois de qualité moyenne, d'imaginer d'autres systèmes que l'ossature bois, plus tolérants, qui acceptent des bois moins secs, non traités, voire brut de sciage, assez flexibles quant aux caractéristiques mécaniques du bois, ou de revoir les standards de section de bois de structure. R. Collet rappelle que :

« La petite section c'est pas l'idéal pour valoriser des bois locaux. Il suffirait qu'on se dise qu'on fait du 50 / 150 par exemple, là on ouvre une section qui va nous permettre de passer des défauts pour rester à du C24 par exemple. Pareil pour les fermettes, plutôt que d'en mettre autant, on pourrait en mettre une sur deux en section plus forte. »
(COLLET, *op. cit.*)

De plus ce type de construction, tout à fait modernisable comme on peut le voir avec les machines à découpe numérique, permettrait de maintenir les débouchés existants et de valoriser les savoir-faire des artisans menuisiers et charpentiers.

Créer des produits en bois reconstitué

Des chercheurs s'intéressent aussi à la valorisation des bois de qualité secondaire et des résineux à croissance rapide en matériaux reconstitués comme le note L. Bléron :

« Le bois de qualité secondaire c'est le bois à croissance rapide ou le bois mal conformé. Comment valoriser ces bois sachant que notre postulat c'est que la valorisation en chauffage, c'est vraiment le truc ultime si on ne peut rien faire d'autre. Mais si on peut les valoriser autrement et créer un matériau pour stocker du carbone, c'est quand même plus malin. » (BLÉRON, *op. cit.*)

Une première étude sur le douglas (COLLET, BLÉRON, ENSAM CLUNY, 2007), prouve que des poutres en LVL (placages lamifiés) de douglas de qualité secondaire ont une meilleure résistance mécanique qu'une poutre de même section en bois massif. Une autre étude sur la valorisation du chêne de qualité secondaire est en cours.

Comme l'a démontré l'étude du LaBoMap, les éléments de structure en bois reconstitué de type lamellé-collé, BMR, LVL, par répartition dans la masse des défauts du bois, permettent d'améliorer ses qualités mécaniques. Ces techniques sont donc une manière intéressante de valoriser les bois de qualité secondaire en bois de structure sans recourir à des sections trop importantes. Toutes les techniques de bois reconstitué que ce soit par collage ou d'autres types d'assemblage, pour des panneaux, des murs en bois massif (contre collé ou cloué) ou des planchers (dalles bois)... sont des pistes qui semblent aussi intéressantes, puisqu'elles permettent de la même manière de valoriser les bois de côté dont la section et la longueur ne sont pas suffisants pour les utiliser en structure.

Imaginer des techniques d'assemblage de petits bois

Dans la perspective d'utilisation de bois de petite section, d'autres systèmes constructifs comme des charpentes en nappe, en coque à la manière de la poutre treillis, des éléments triangulés... qui utilisent des systèmes d'assemblage de petits bois méritent aussi d'être étudiés.

Expérimentation d'habitat en bois lamellé-cloué (PORTE, 2005)



Fig. 87 Prototype pour personnes sans abri construit sur le site du Passage à Grenoble.
(Photo : CJMX, 2006)

Ce projet d'expérimentation d'habitat innovant, économique et écologique, et réversible est une œuvre collective. Il rassemble un collectif d'associations

grenobloises qui lutte contre la précarité, le laboratoire de recherche CRATerre-ENSAG, et des étudiants de l'ENSAG, dans le but d'apporter une réponse qui permette l'accueil de personnes en grande difficulté sociale. Basé sur un projet de fin d'études « Architecture du Lien » développé par Xavier Porte (*Ibid.*), il en reprend les principes constructifs basés sur l'empilement d'éléments en bois qui seront sanglés dans le but de rendre l'ouvrage réversible. La terre utilisée en remplissage contribue à sa réversibilité. (Photo : CJMX/CRAterre-ENSAG)



Fig. 88 Outsiders, Projet de fin d'études, Architecture et Cultures constructives - École Nationale Supérieure d'Architecture de Grenoble. (Photo : L. Dillard, P. Belleoud, V. Robin 2009, Grands Ateliers de l'Isle d'Abeau)

Expérimentation de la Charpente d'OUTsiders, prototype d'habitat économique utilisant les ressources locales, ici dans sa version Saône et Loirienne. La forme courbe et directement liée à la souplesse des planches brutes de sciage, qui est rigidifiée par le maillage de planches croisées qui forme un ensemble lamellé-cloué. L'avantage est de pouvoir utiliser du bois de petite section et de répartir les défauts de chaque planche dans la maille entière de la structure. On peut alors utiliser du bois de moins bonne qualité, issu des ressources locales en bois.

Utiliser au mieux les caractéristiques des essences secondaires

Plusieurs essences présentes en Saône-et-Loire et qui sont mécaniquement intéressantes comme le peuplier, le hêtre, le frêne... pourraient être exploitées localement et utilisées dans la construction. D'autres filières comme celle de l'acacia ou robinier pourraient être lancées. Cette essence, qui pourrait remplacer les bois exotiques, est présente sur le territoire mais n'est pas cultivée de manière à produire du bois d'œuvre. F. Pauquai note que le robinier⁶⁹ : « *C'est le nouveau teck, tout le monde en recherche, mais il y a un problème de mise en valeur, pour l'instant il n'y a que des taillis. Ça se substitue à tous les meubles de jardin en ipé ou en teck, c'est un bois qui a une durabilité et une qualité technologique importante.* » (PAUQUAI, *op. cit.*)

Le peuplier, le châtaignier, le robinier, l'aulne, le noyer, le merisier, le frêne, l'érable sycomore,... sont des essences qui méritent d'être plus valorisées dans la construction en les utilisant de manière intelligente selon leurs qualités.

Le hêtre⁷⁰, très utilisé en déroulage pour fabriquer du contreplaqué par exemple, peut également être utilisé en menuiserie et en charpente.

L'aulne était autrefois utilisé en bardage dans les zones humides. Pourquoi ne pas le réutiliser de la même manière dans les vallées humides de la Saône et de la Loire ? Traditionnellement utilisé comme pieux de fondation à Venise, son utilisation pourrait être mieux caractérisée afin d'utiliser les bois locaux selon leur réelle durabilité dans des milieux particuliers.⁷¹

La garantie de la durée de vie du bois dépend de la conception des détails, la qualité du sciage, du séchage et de la qualité de pose. Elle demande donc une réelle compétence en sciage et en mise en œuvre. Les fibres qui ressortent des morceaux de bois font un effet de déperlance que l'on peut comparer aux textiles sportifs modernes qui s'inspirent eux-mêmes des feuilles de certains végétaux. Demander à ce que le bois soit coupé et utilisé d'une manière différente de celle habituellement pratiquée par l'entreprise revient à faire augmenter les coûts de main d'œuvre et les délais de livraison, donc le coût final du bâtiment. Par exemple, l'utilisation en bardage extérieur de bois de classe 1 et 2⁷² sans traitement est impossible, alors que la tradition et la pratique de pays voisins montrent que si la mise en œuvre est correcte, ce type de bardage est durable.

⁶⁹ 1 % de la récolte de bois d'œuvre Saône-et-Loire. (AGRESTE BOURGOGNE, *op. cit.*)

⁷⁰ 3 % de la surface boisée et 2 % de la récolte de bois d'œuvre Saône et Loire. (*Ibid.*)

⁷¹ Dans le Pas de Calais, la maison du bois à Auchy-lès-Hesdin expérimente un bardage en Aulne local brut.

⁷² La norme EN 335-1 définit ainsi cinq classes de risque biologique liés aux situations en service auxquelles peuvent être exposés le bois et les produits à base de bois. "**Classe de risque 1** Situation dans laquelle le bois ou le produit à base de bois est sous abri, entièrement protégé des intempéries et non exposé à l'humidification." "**Classe de risque 2** Situation dans laquelle le bois ou le produit à base de bois, est sous abri et entièrement protégé des intempéries, mais où une humidité ambiante élevée peut conduire à une humidification occasionnelle mais non persistante." "**Classe de risque 3** Situation dans laquelle le bois, ou le produit à base de bois n'est ni abrité, ni en contact avec le sol. Il est soit continuellement exposé aux intempéries, ou soit à l'abri des intempéries mais soumis à une humidification fréquente." "**Classe de risque 4** Situation dans laquelle le bois, ou le produit à base de bois est en contact avec le sol ou l'eau douce, et est ainsi exposé en permanence à l'humidification." "**Classe de risque 5** Situation dans laquelle le bois, ou le produit à base de bois est en permanence exposé à l'eau salée.)

Le nombre de coupes ainsi que la précision du sciage se ressentent dans le coût des matériaux. Une lame de terrasse traitée en autoclave coûte aux alentours de 60 euros/m² pour une épaisseur de 2,7 cm et rainurée alors qu'une terrasse en grande planche de sapin de bois brut de sciage et d'une épaisseur suffisante peut résister à l'extérieur en terrasse et ne coûter qu'environ 180 € ht par m³.

Pour le traitement d'un deck de terrasse, la même remarque peut se faire avec des bois non rabotés et utilisant une succession de planches toutes largeurs.

Le bois, un matériau particulièrement adapté à la réhabilitation

Le bois est adapté pour les travaux de réhabilitation thermique ou d'extension. Cela répond à des enjeux majeurs pour le logement social. Grâce à ses propriétés physiques de légèreté et résistance et son redimensionnement aisé, il est un matériau particulièrement adapté pour la mise en œuvre de structures ajustées aux bâtiments existants. Des exemples comme les projets « Écorce » de l'architecte Françoise-Hélène Jourda, « Modulobois » de l'architecte Yves Lion, ou encore « Closer » de l'architecte Alter Smith, démontrent qu'il est possible d'améliorer considérablement les qualités spatiales et thermiques de logements existants avec des systèmes ingénieux en bois, et ceci à un coût et avec un bilan énergétique beaucoup plus intéressants qu'une démolition-reconstruction.

Principe « Modulobois », Ateliers Lion, Arbonis Construction (ATELIERS LION, ARBONIS CONSTRUCTION - VINCI CONSTRUCTION FRANCE, ARCOBA, 2010)

Primé dans le cadre de la consultation PUCA (Plan Urbanisme Construction Architecture) REHA (Requalification de l'Habitat Collectif à haute performance énergétique), le projet consiste en une requalification de résidences foyers (étudiants/travailleurs) par ajout sur les façades de modules en bois. Ces modules 3D sont préfabriqués. Avec ce procédé de construction rapide, qui utilise une filière sèche et produit un chantier propre, la réhabilitation coûte environ 20 à 30% moins cher que le neuf, à performances équivalentes, selon les estimations de l'architecte. L'épaississement de façade permet de répondre aux carences constatées sur le bâtiment support : manque d'espace (la surface des chambres est augmentée, avec sanitaire individuel, kitchenette, balcon / terrasse), et mauvaises performances thermiques (le bâtiment atteint le niveau BBC). Ce système, rend possible une variabilité (trame, profondeur des modules, diversité typologique, vêtements, couleurs, textures). Il est adaptable à toutes les constructions à façade non porteuse, donc facilement reproductible.



Fig. 89 Modulobois (*Ibid.*)

**Extension de maison dans une grange, Atelier Correia Architectes et associés
(ATELIER CORREIA ARCHITECTES, [s.d.])**

Typique du Morvan, cette longue habitation de 1850 à Alligny-en-Morvan se prolonge par des granges, étables et remises. Pour apporter à l'habitation existante les éléments de confort dont les occupants avaient besoin (salles de bain, buanderie, escalier menant aux combles, sas d'entrée), une extension a été réalisée dans la grange. Une boîte en bois, comme un grand meuble, vient se loger contre un mur existant et laisse suffisamment de place pour d'autres occupations de la grange. Cette boîte est constituée d'une ossature bois, choisie pour sa facilité de montage et d'un bardage en contreplaqué de bois. Les menuiseries intérieures et extérieures sont également en bois. Le coût des travaux a été de 80 000 euros TTC pour une surface totale habitable de 45 m² SHON.



Fig. 90 Extension de maison dans une grange (*Ibid.*)

2.4.3.4 Des initiatives locales, autant de potentiels pour améliorer l'offre dans une logique de proximité

Il existe un engouement pour la construction écologique en Bois

La construction d'habitat en bois est en nette augmentation : 100 % de plus entre 2000 et 2005 (ESC DIJON, *op. cit.*). Cette demande croissante en habitat bois s'explique en premier lieu par le besoin général de logements, mais aussi par l'engouement des français pour le développement durable.

Bien que l'habitat en bois reste aujourd'hui encore très minoritaire, en particulier pour l'habitat collectif, 140 maisons individuelles à ossature bois ont été construites en 2005, soit 6,5 % des maisons individuelles (*Ibid.*). Les opérations de pavillons ossature bois groupés, réalisées entre autres par l'OPAC 71 ainsi que les réalisations de logements collectifs construits avec du bois, comme les logements collectifs à Saint-Berain-sur-Sanvignes ou la ZAC Saint-Jean-des-Jardins à Chalon-sur-Saône démontrent que la dynamique actuelle va en faveur du développement de ce type de matériau.

Des réalisations d'habitat en bois avec un langage architectural contemporain commencent à apparaître en Bourgogne. Ces bâtiments sont exemplaires, d'une part, parce qu'ils portent une image moderne et attractive de la construction bois et, d'autre part, parce même s'ils ne sont pas à 100 % construits localement, ils permettent de démontrer la pertinence et les avantages de la construction en bois, de faire travailler les entreprises locales et d'une certaine manière de lancer le marché.

Maison à Epinac (NAMIAS, 2010d, p.84-87)

Cette maison de week-end et de vacances conçue par les architectes Jean-Baptiste Barache et Sihem Lamine a été lauréate du Salon Maison bois 2008 et des Lauriers de la construction bois 2009. Le volume, l'organisation spatiale et le système constructif allient grande simplicité, économie et flexibilité. Elle offre un mode de vie en lien avec les saisons : l'espace chauffé est fermé et réduit en hiver, et complètement ouvert sur le jardin en été. Le système constructif est simple : la charpente comporte six fermes qui portent le plateau bas, le plancher de l'étage et le toit, portées par des refends qui la contreventent transversalement. Elle rythme les façades, cadre le regard et oriente les espaces, devient l'expression de la maison. L'ensemble de l'enveloppe est constitué de châssis coulissants en mélèze dotés de panneaux de polycarbonate opalins ou transparents. La charpente, les planchers et les paillasse sont en douglas coupé à moins de 200 kms du site. La mise en œuvre a été effectuée par des artisans locaux. La construction a reposé essentiellement sur trois intervenants, le charpentier (Mo2b, Longvic), le couvreur (Toit Beaunois, Bligny-lès-Beaune) et le menuisier (C. Ressay, Auxe). Les architectes insistent sur le fait que ce sont « *des artisans qui ont été ouverts aux solutions proposées et dont le savoir-faire a été indispensable au projet.* » (DARMON, 2009c, p.114). Pour rester dans le budget, les habitants ont réalisé la plomberie et l'isolation en autoconstruction. L'aménagement intérieur est dépouillé et économique. La maison est revenue à 135 000 euros TTC hors terrain pour une surface chauffée de 82 m² + 45 m² extérieurs (coursive).



Fig. 91 Maison Epinac (Photo : Jean-Baptiste Barache, 2008)

Maison « Spirale » (SAINT-PIERRE, 2009, p.96-105)

Une extension contemporaine complexe réalisée localement : il s'agit d'une extension en structure bois qui s'enroule autour d'une maison du XIX^e siècle. De forme sculpturale, résolument contemporaine, elle a été réalisée par l'entreprise de charpente locale Covre. Le bois a été choisi pour sa flexibilité sur le chantier d'une structure complexe avec peu d'éléments répétitifs.



Fig. 92 Maison Spirale (Photo : Stéphane Chalmeau, 2009)

Maison individuelle près de Chalon-sur-Saône (MAISON BIOCLIMATIQUE À SAULES, [s.d.], CAUE 71, [s.d.])

Conçue par l'architecte du Creusot Marc Dauber et réalisée par les entreprises locales Covre charpente et Gueugnon menuiserie, cette maison en bois utilise les principes de la conception bioclimatique. Le bois n'est cependant pas local excepté le parquet en chêne huilé qui provient de la scierie SRC À Givry.



Fig. 93 Maison individuelle à Chalon-sur-Saône (Photo : Marc Dauber)

2.4.4 D'autres filières d'écomatériaux locaux à valoriser

2.4.4.1 *La paille, un matériau renouvelable annuellement : un atout économique et écologique à long terme*

La ressource en paille en Bourgogne est suffisante pour les besoins de la construction

La paille est issue d'une ressource renouvelable annuellement, qui, comme le bois, stocke du CO₂ lors de sa croissance. Contrairement au bois, elle n'est pas plantée pour elle-même, mais constitue un sous produit de l'agriculture. Selon la coopérative agricole Dijon Céréales (MILLION, 2009), la paille de céréales en Bourgogne est en quantité suffisante pour satisfaire les besoins éventuels dans le bâtiment. Mais l'utilisation de la paille en construction ne doit pas entrer en conflit avec les principaux utilisateurs de paille que sont les éleveurs pour le fourrage et les litières pour les animaux⁷³. Il ne faut prendre en compte que le surplus de paille disponible localement pour produire l'habitat. Si l'on resserre l'étude sur le département de Saône-et-Loire, en 2011, il était produit : 10600 hectares de triticales, 37100 hectares de blé, 10200 d'orge, 1100 d'avoine (AGRESTE BOURGOGNE, 2008c). En faisant l'hypothèse que l'on consacre seulement 10% (estimation du surplus) de la production de paille de blé produite en Saône et Loire à la construction, sachant qu'il faut deux hectares de blé pour construire une maison de 100 m² (LUC FLOISSAC, [s.d.]), on obtiendrait un potentiel d'environ 1855 maisons de 100 m². Comme toute production agricole, la production varie en fonction des aléas naturels et le surplus est différent à chaque saison. La sécheresse de 2011, qui a frappé la Saône-et-Loire et le déficit de paille qui en a résulté, ont poussé les représentants syndicaux et autres acteurs du monde agricole à être solidaires et créer solid'agri 71, un outil de recensement du besoin en paille en Saône-et-Loire. La solidarité des autres départements est aussi entrée en jeu. Le surplus de paille est redistribué depuis d'autres départements, notamment la Côte d'Or. La partie est de la Saône-et-Loire dispose de ressources en paille à construire plus importantes que la partie ouest. La vallée de la Saône dispose de sols riches en limons qui ont permis l'installation de grandes cultures (céréales, oléagineux). La filière est déjà présente de manière informelle grâce à la vente de paille pour les autoconstructeurs⁷⁴. Le développement d'une filière courte plus importante ne demanderait que des moyens simples détenus par la plupart des agriculteurs (une botteleuse à bottes carrées).

⁷³ À l'échelle Française, en 1998, 40 % de la paille restait sur les parcelles pour y être enfouie, et les 92 % restant, étaient utilisés pour comme litière pour les animaux ou pour leur alimentation. (BODINEAU, POUET, 2006)

⁷⁴ Visite de maisons auto-construite en paille à Cormoz (71) le 5 août 2010 et à Saint Pierre le Vieux (71) le 16 août 2011.

La paille a de nombreuses qualités, notamment thermiques et hygrométries⁷⁵

Avec une conductivité comprise entre 0.044 W/mk et 0.067 W/mk (fibres verticales ou transversales⁷⁶), la botte de paille est proche des valeurs classiques que l'on retrouve dans tous les matériaux isolants fibreux. La paille peut être utilisée en tant qu'isolant dans une ossature de bois, dans des caissons, mais elle peut aussi être porteuse. Cette dernière technique permet d'utiliser la paille pour ses qualités isolantes et porteuses.

La construction et l'isolation en botte de paille agit sur les consommations en chauffage de l'habitation. Pour un mètre carré de façade isolé en botte de paille ou en bloc d'agréats et ciment doublé de polystyrène, la consommation de mazout sur une année peut être égale ou double suivant l'épaisseur de la botte de paille.

L'épaisseur d'un mur en botte de paille, à critères isolants égaux ou supérieurs est plus grande que celle d'un mur construit avec une méthode conventionnelle⁷⁷. En rénovation, l'utilisation de la paille est possible mais cette épaisseur peut dans certains cas être un frein.

La paille participe à la régulation hygrothermique de l'air intérieur et donc du confort et de la salubrité du bâtiment. La migration de la vapeur d'eau à l'intérieur d'un mur de paille est caractérisable aujourd'hui. Olivier Gaujard, ingénieur spécialisé en bois, note que « *Grâce à l'évolution des connaissances des phénomènes physiques et grâce à l'évolution des logiciels*⁷⁸, on peut vérifier par un calcul que l'on aura pas de condensation à l'intérieur d'une paroi (constituée de paille.) » (GAUJARD, 2012) Les enduits intérieurs et extérieurs composés de terre, de plâtre ou de chaux sont aussi comptés dans le calcul.

Les mêmes craintes que pour le bois, concernant la résistance au feu, s'exercent pour la paille. Plusieurs essais ont été réalisés en Europe et en France par différentes équipes de recherche et montrent que suivant une mise en œuvre rigoureuse, l'utilisation de la paille est conforme à la réglementation incendie. (GRELAT, 2004) (COURGEY, ARCANNE, COLLECTIF, 2010)

La paille, un matériau très utilisé en autoconstruction

« Le coût d'une construction en bottes de paille réalisée entièrement par des professionnel-le-s est le même que pour une construction conventionnelle. Par contre, il est possible de baisser les coûts de 20% à 50% si les murs en paille et les enduits terre sont auto-construits. » (CAUDERAY, FUCHS, KRUMM, 2009) Cette

⁷⁵ Utilisant le modèle de calcul Wufi, l'auteur montre que le comportement hygrothermique d'un mur en paille est adapté au climat de l'Alaska, mais que ce type de construction semble tout-à-fait inadapté à des climats chauds et humides tels que celui de l'Indonésie.

⁷⁶ D'après la norme allemande DIN EN 12667(6)

⁷⁷ Le 1^{er} Mars 2012, la surface de plancher remplace la SHON (Surface hors œuvre Net) et la SHOB (Surface hors œuvre Brut) : « la somme des surfaces de plancher de chaque niveau clos et couvert, calculées à partir du nu intérieur des murs, sans prendre en compte l'épaisseur des murs entourant les embrasures des portes et fenêtres » **code de l'urbanisme, NOR : DEVL122066D**. Le principe de la surface de plancher est une bonne chose pour la construction en paille et en général pour les techniques d'isolations qui épaississent les murs car elle ne compte plus l'épaisseur des murs dans le calcul. Cela permet non seulement de pouvoir utiliser de la paille, mais aussi de pouvoir isoler plus facilement les bâtiments par l'extérieur.

⁷⁸ Logiciel WUFI : <http://www.wufi-pro.com/>

remarque peut être faite concernant l'ensemble des matériaux. Choisie pour son coût et ses qualités écologiques, la paille est particulièrement utilisée par les autoconstructeurs. Des associations, tel que Botmobil aident à l'autoconstruction (LES COMPAILLONS, [s.d.]). Elles participent ainsi à la transmission des savoir-faire de la construction en paille par des chantiers participatifs en intervenant sur tout le territoire français. L'une d'entre elles est intervenue pour construire une maison en paille notamment dans le projet d'habitat groupé à Saint Pierre le Vieux(71). Mais il n'y a pas que l'autoconstruction car ce matériau séduit de plus en plus de professionnels.

La paille, un matériau utilisable en préfabrication

La paille, utilisée en isolant dans des caissons préfabriqués est une piste pour rendre économique la construction en paille par des professionnels. Cette mise en œuvre permet de réaliser un gain de temps sur chantier et donc de réaliser des économies.

« Haus der Zukunft » (Maison du futur) (MEINGAST, 2005)



Fig. 94 Façade d'un bâtiment de bureaux à Tattendorf (Autriche) (*Ibid.*)

Dans le cadre du programme « *Haus der Zukunft* », a été expérimenté une mise en œuvre de panneaux préfabriqués en terre, paille et bois pour la réalisation d'un bâtiment de bureaux à Tattendorf (Autriche). La première étape du chantier a été de préfabriquer des modules de murs composés de caissons en bastinges et planches de bois remplis de bottes de paille et recouverts d'un enduit de terre. Le projet se situant proche d'une ligne de chemin de fer, les modules ont été dimensionnés selon la taille des wagons de marchandises qui les ont acheminés jusqu'au chantier ainsi que des capacités de levage de la grue (neuf mètres de long, sept tonnes maximum). Cinq jours ont suffi à monter entièrement le bâtiment.

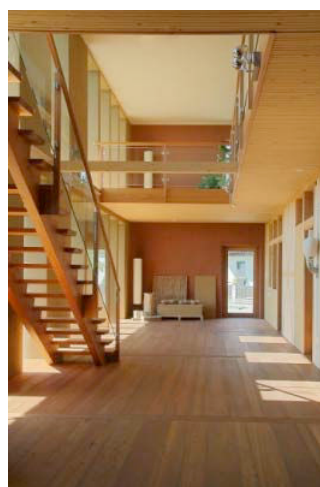


Fig. 95 Bâtiment de bureaux construit dans le cadre du programme « Haus der Zukunft » (*Ibid.*)

« Sans Domicile Fixe »

Les architectes Nicolas Dubus, Sébastien Freitas, Jean-Marie Le Tiec et Arnaud Misse, tous membres de l'unité de recherche Architecture Environnement et Cultures Constructives (AE&CC) de l'ENSAG, ont travaillé sur un hébergement à Grenoble destiné aux personnes sans domicile fixe, avec, comme maître d'ouvrage, un collectif d'associations bénévoles et le Relais Ozanam. Afin de répondre aux diverses exigences économiques et environnementales et aux objectifs de transportabilité et de modularité, ils ont conçu et expérimenté aux Grands Ateliers de l'Isle d'Abeau une série de prototypes utilisant les matériaux locaux à faible impact énergétique. La botte de paille y joue le rôle d'isolant thermique, installée dans les caissons préfabriqués, faciles à assembler afin de pouvoir moduler la taille des espaces au gré des usages.



Fig. 96 Tranche d'un prototype en caisson de bois isolé en bottes de paille
(Photo : Equilibre – Agence d'architecture, 2008, Grands Ateliers de l'Isle d'Abeau)

Des savoir-faire transmis par les chantiers participatifs, complétés aujourd'hui par des règles professionnelles

Les associations de chantiers participatifs ainsi que les chantiers d'autoconstruction sont actuellement un vecteur important de la transmission du savoir-faire de la paille en Saône-et-Loire. Mais l'environnement réglementaire est en train de s'adapter à la construction en paille et pourrait développer la mise en œuvre de ce matériau par les professionnels. La filière paille française a édité des règles professionnelles afin de diffuser les savoir-faire de la construction paille auprès des professionnels. La commission prévention produit (C2P), qui réunit les bureaux de contrôle, les assureurs, les organismes certificateurs (CSTB, FCBA etc.), a examiné et validé le texte. Grâce à l'existence de ces règles, applicables depuis le premier janvier 2012, tous les bâtiments peuvent être assurés sans surprime et sans difficultés

particulières par les assureurs bâtiments. La paille porteuse devrait y faire son apparition dans un deuxième temps. Olivier Gaujard indique que selon le code des marchés publics, « *un maître d'ouvrage public qui choisirait de vouloir un bâtiment isolé en paille peut le faire et retenir légalement les projets qui lui sont présentés utilisant ces matériaux grâce à l'article 53* » (GAUJARD, *op. cit.*). Cet article concerne l'attribution des marchés et mentionne le développement de l'approvisionnement direct des produits de l'agriculture.

Le chaume peut-il être remis au goût du jour ?

Outre son utilisation en paroi, la paille peut être utilisée aussi en couverture. Traditionnellement en Saône-et-Loire, notamment en Bresse et dans le Morvan, le chaume était très utilisé en couverture des habitations. Aujourd'hui, cette technique a quasiment complètement disparu. Toutefois, le savoir-faire subsiste. L'entreprise Ferrero, disposant du label « entreprise du patrimoine vivant », travaille le chaume en toiture près de Mâcon. Cette technique, utilisée par quelques architectes de manière contemporaine, pourrait-elle être remise au goût du jour en Saône-et-Loire ?

Maison à Gorssel (Pays-Bas), architectes : Maas architecten



Fig. 97 Maison à couverture de chaume (Photo : maas architecten)) (KÁROLI, 2010, p.48)

Une complémentarité paille - terre

Les finitions d'un mur construit en bottes de paille, ou en terre-paille s'effectuent, dans la plupart des cas, avec un enduit de terre crue et un ajout de plâtre ou de chaux pour les parois en contact avec l'extérieur. L'apport en masse thermique peut se faire par l'ajout de terre crue en intérieur. Tout comme Conrad Lutz (Fig. 83) l'architecte Werner Schmidt, spécialiste de la construction en paille en Suisse, met en place des cloisons en briques de terre crue dans ses constructions de paille. Le collectif Carpe (VILLE DE LAUSANNE, *op. cit.*) a préféré construire des murs de pisé jouant plusieurs rôles : porteur, masse thermique et régulateur hygrométrique dans les bâtiments qu'ils construisent.

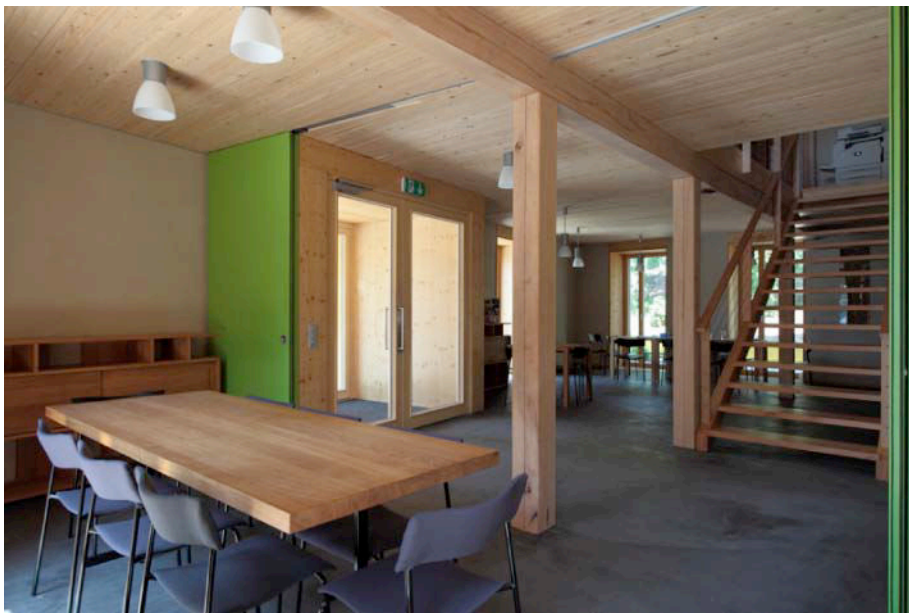


Fig. 98 ECO 46 : bâtiment municipal construit en paille, bois, et terre (*Ibid.*)

2.4.4.2 Le chanvre, une piste pour la rénovation du patrimoine en pan de bois et l'isolation

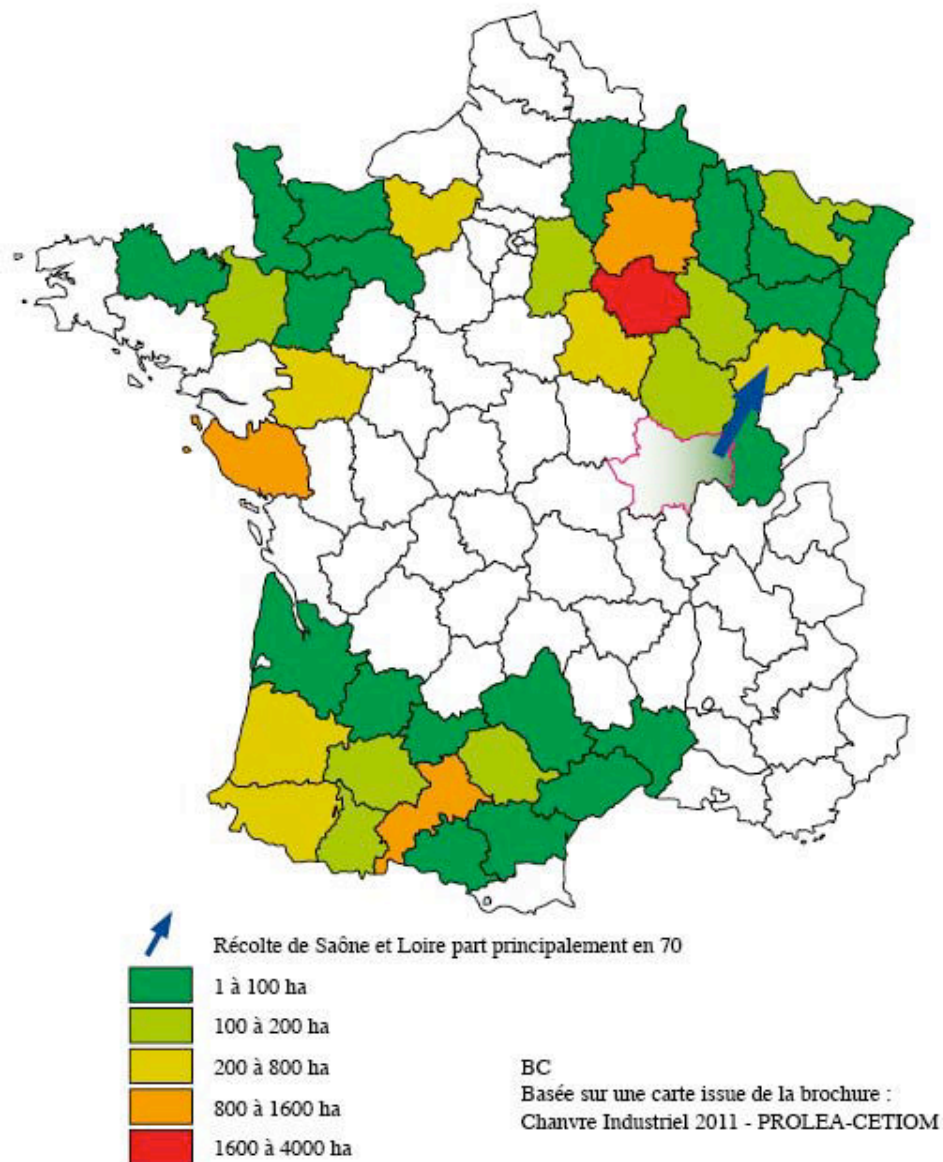


Fig. 99 Production et exportation du chanvre Saône-et-Loirien, comparaison à la production de chanvre en France

Une culture qui se développe en France

En France, la culture du chanvre représente environs 8500 hectares (PROLEA CETIOM, 2011). En 2006, la production bourguignonne, principalement située au Nord de la région, était livrée à deux entreprises : la chanvrière de l'Aube (leader européenne du chanvre) située à Bar-sur-Aube, et Interval à Gray en Haute-Saône. En Saône-et-Loire, la production de chanvre est faible, mais quelques agriculteurs bressans participent à relancer sa production (BIDAUT, 2012).

Des avantages pour la qualité des sols

Planter du chanvre permet de rendre les sols légers grâce à ses racines profondes. Il est donc idéal d'en planter en rotation avec d'autres cultures, participant ainsi à une agriculture qui n'épuise pas les sols. De plus, le chanvre ne demande que très peu d'eau et d'intrants pour sa culture, mais la faible fertilisation azotée ainsi que le transport vers des usines de transformation, impactent le bilan environnemental global (BOUTIN, FLAMIN, QUINTON, ET AL., 2006).

Un mur de béton de chanvre composé de bois de chanvre et d'un liant composé en majorité de chaux, constitue un puits de carbone (*Ibid.*). Selon Laurent Arnaud (ARNAUD, 2011), ingénieur-chercheur à l'ENTPE, un seul hectare de chanvre permet la construction d'une maison, cela ne déstabilise donc pas la chaîne agricole actuelle et ses marchés d'utilisation.

Une culture traditionnelle en Saône-et-Loire

Traditionnellement, le chanvre était présent dans la plupart des fermes de la Saône-et-Loire bressanne. Il était utilisé pour les cordages et les pièces de tissus.

« Chaque cultivateur sème du chanvre, mais c'est plutôt pour l'usage de sa maison, que pour le commerce de la corderie. [...] ce que l'on recherche dans l'emplacement où l'on veut bâtir sont les aisances, les dépendances d'une maison, la cour, le four, le puits ou la source, le jardin, la chènevière, l'enclos, ... » (RAGUT, *op. cit.*).

La culture de chanvre française avait disparu pour réapparaître au milieu du XX^e siècle pour la pâte à papier (80% de la totalité des fibres produites (NGUYEN, 2010)).

De nouveaux usages contemporains

La paille de chanvre remplace aujourd'hui les fibres minérales dans les matières plastiques, et constitue la base de la laine de chanvre (chanvre et polyesters) sous forme de panneaux d'isolation d'une densité variable de 25 à 40kg/m³ et d'une conductivité thermique de 0,040 W/m.°C, à l'égal des isolants fibreux. La chènevotte est utilisée comme litière pour chevaux (95% de la chènevotte produite (*Ibid.*)) mais aussi dans la construction où elle est malaxée et mélangée avec un liant selon trois types de mise en œuvre : banchée, préfabriquée ou projetée, dans les murs, les dalles, dans les toitures, et sert d'isolant en vrac. Le chanvre pourrait être projeté ou mis en œuvre sous forme de blocs maçonnés en Saône-et-Loire.

Un matériau adapté à la rénovation

Le mélange chaux-chanvre est une solution intéressante pour l'isolation des bâtiments, grâce à ses qualités de régulation thermique, sa capacité à réguler l'hygrométrie (ANGER, 2010)⁷⁹ et son élasticité. La rénovation de bâtiments et notamment de bâtiments en terre, demande à ce que les matériaux et les techniques employées permettent une bonne migration de la vapeur d'eau. La chènevotte mélangée à un liant pourrait donc être employée en isolant par l'extérieur, ou en remplacement du remplissage dans des murs en torchis que l'on trouve en Bresse Louhannaise. Cela permettrait de conserver le caractère des constructions à pan de bois tout en améliorant leurs qualités thermiques. Afin d'avoir un impact environnemental supérieur ce remplissage peut aussi s'effectuer en utilisant comme liant la terre, une alternative au liant de type chaux ou ciment⁸⁰.

« Une amélioration du bilan environnemental du mur en béton de chanvre banché sur ossature bois est rapidement possible via l'optimisation de la phase de transport. En effet, les distances parcourues aujourd'hui sont très importantes (ex : 891 km entre l'usine de production du Tradical 70® et le distributeur) ; les raccourcir en développant la filière permettrait de diminuer l'impact global potentiel du produit. Le bilan pourrait être amélioré également sur la phase de fin de vie en développant les filières de recyclage ou de valorisation qui assureraient une restitution du carbone stocké sous forme de CO2 et non pas de CH4 (méthane) comme cela peut être le cas en CET II. Ainsi, la partie bois pourrait être réutilisée ou valorisée énergétiquement alors que la partie béton de chanvre pourrait être utilisée en aire de compostage (COURGEY, 2003), en remblais ou en amendement agricole. » (BOUTIN, FLAMIN, QUINTON, ET AL., op. cit. , p.55)

⁷⁹ « Le béton de chanvre est un matériau à changement de Phase naturel. Quand la température augmente, une partie de l'eau s'évapore en absorbant une partie de la chaleur de la pièce. Quand la température diminue, une partie de l'eau de l'air ambiant se condense dans le mur et « relargue » l'énergie accumulée » (ARNAUD, 2011)

⁸⁰ (ANGER, 2010)

Cette technique a été utilisée dans le cadre d'une opération programmée d'amélioration de l'habitat (OPAH) en secteur sauvegardé d'immeubles dans le centre ancien de Rennes entre 2007 et 2012 (LE PAIH, 2010a).



Fig. 100 Mur en ossature bois avec remplissage en chanvre et terre (Photo : Amélie Le Paih, 2010)

Malgré une méconnaissance du matériau terre par les entreprises et un temps de séchage long, cette méthode a eu l'avantage d'avoir été soutenue par les architectes des Bâtiments de France. Cette technique de coffrage et de mise en œuvre a été expérimentée avec des entreprises de restauration locales ; elle est aujourd'hui maîtrisée par ces entreprises. Elle permet de réduire l'impact environnemental du remplissage des ossatures en bois, tant du point de vue de l'énergie grise (remplaçant briques cuites et chaux) que l'économie d'énergie pour le chauffage par le renforcement d'isolation des parois. Par ailleurs, ce travail réalisé hors DTU montre une liberté intéressante permettant l'expérimentation in situ pour le développement de techniques et de savoir-faire locaux, allant dans le sens de l'économie des ressources. Par son caractère innovant, elle permet de développer les savoir-faire ainsi que les filières de matériaux locaux. Cette technique serait particulièrement bien adaptée à la rénovation de fermes bressannes en torchis, ainsi que des bâtiments à pans de bois des centres villes de Tournus et Louhans.

2.4.4.3 Vers une architecture contemporaine et économique en pierre

L'avenir de la pierre dans l'habitat comme matériau utilisable pour des marchés courants de construction est directement lié à la sensibilisation à la construction en pierre, des prescripteurs, notamment les architectes, et du grand public, à la construction en pierre, notamment pour ses qualités environnementales et sa durabilité. Il s'agit d'avoir un nouveau regard sur ce matériau, associé actuellement à celle du luxe entretenu par sa rareté, afin de le rendre utilisable dans le domaine de l'habitat local.

Quelles pourraient être les pistes d'utilisation de la pierre dans la construction d'habitat contemporain ? Quels usages nouveaux pourraient être faits de la pierre afin de stimuler son utilisation locale ?

L'architecte Gilles Perraudin bâtit avec la pierre des carrières du Pont du Gard. (SÉRON-PIERRE, 2011). Il l'utilise en blocs massifs découpés directement du front de taille. Ces blocs nécessitent peu de transformation et sont donc peu cher. Pour arriver à bâtir avec ces blocs de pierre, sa bonne connaissance de la matière et de toute la filière, des modes d'extraction et de transformation est un atout particulier. Il a pu identifier et tester, avec la construction de son propre chai et cuvier à Vauvert dans le Gard, quelle était la manière la plus simple de faire, celle qui nécessite le moins de travail, donc la plus économique. Depuis, il a réalisé de nombreux projets en pierre massive.

Logements sociaux ZAC Monges-Croix-du-Sud, Cornebarrieu (SÉRON-PIERRE, *op. cit.*)

L'agence d'architecture Perraudin architectes a conçu une vingtaine de logements sociaux (coût : 1150 €/m²), utilisant la pierre de manière brute, posée à joints secs, sans apprêt ni peinture. Cette méthode de construction permet une mise en œuvre rapide et facilite grandement le chantier. De plus, la matière est prête à être démontée et réutilisée telle quelle. La stratégie thermique est radicale : aucune isolation rapportée. Les quarante centimètres d'épaisseur de pierre jouent le rôle de masse thermique propice au confort thermique estival.



(Photo : Serge Demailly) (PERRAUDIN, 2011c)



(Photo : Serge Demailly) (*Ibid.*)



(Photo : Perraudin architectes) (*Ibid.*)

Fig. 101 Façades et détail de pose d'une pierre d'un mur pour du logement social à Cornebarrieu

L'expérimentation du gros œuvre en pierre pour un habitat économique

En 2011, dans le cadre d'un module expérimental aux grands ateliers de l'Isle d'Abeau, une maison très compacte et très simple constituée de 72 blocs de pierre massive de 60 cm d'épaisseur a été expérimentée par vingt-cinq étudiants de première année du Master Architecture et Cultures Constructives de l'école nationale supérieure d'architecture de Grenoble, encadrés par Elisabeth Polzella, architecte exerçant dans l'agence de G. Perraudin et enseignante à l'ENSAG avec la participation de tailleurs de pierre compagnons du devoir (PIERREACTUAL, 2011). Le petit édifice était volontairement fermé sur les côtés pour fabriquer une maison en bande, un plan type très simple déclinable à volonté dans le but de fournir un habitat économique en pierre. Le temps de montage et de taille a été rapide : deux jours et demi. Les pierres de grande dimension ont été d'utilisées dans le but de gagner en rapidité de montage. La maison est construite comme un jeu de « lego » géant.



Fig. 102 Prototype en pierre massive au Grands Ateliers de l'Isle d'Abeau (LES GRANDS ATELIERS, 2011)

Les pierres du Mâconnais : un usage en petits blocs ?

S'il n'y avait aucun défaut dans la masse de la pierre, on pourrait extraire des blocs de la carrière de Saint-Martin-Belle-Roche, aussi gros que ceux de la carrière du Pont du Gard (voir ci-dessous). La masse de pierre serait sciée en modules cubiques dimensionnés selon les moyens de levage et de transport.



Fig. 103 Carrières du Pont du Gard : vue d'ensemble montrant l'horizontalité des lits de pierres - découpe des blocs à la haveuse – gros blocs extraits prêts à poser ou redécouper.
(Photos : B. Cloquet 2008)

La pierre extraite des carrières du mâconnais ne peut être, du fait de ses défauts naturels, qu'extraite en petits éléments, il s'agit donc de trouver des formes d'utilisation de la pierre locale de petite dimension. Les pierres dégrossies et retaillées à l'aide de fendeuses (voir ci-dessous) sont moins économiques qu'une pierre directement issue du front de taille. Trouver des modes de mise en œuvre économiques et adaptés à la pierre de Saône-et-Loire est donc un enjeu majeur.



Fig. 104 Fendeuse à la carrière Masson de Saint-Martin-Belle-Roche (Photo : B.Cloquet, 2012)

Une fois les plus gros blocs découpés en fines lames, les blocs de pierre restants, de formes aléatoires, sont fendus jusqu'à les rendre parallélépipédiques.

Une piste d'utilisation de la pierre locale : le Gabion



Fig. 105 Réalisation en gabion sur la Roche de Vergisson (Photo : B. Cloquet, 2010)

Une esquisse de l'utilisation contemporaine de la pierre sèche se trouve aux grands sites de Vergisson et Solutré. L'entreprise locale⁸¹ a mis en œuvre la technique du gabion pour la réalisation de toilettes (voir ci-dessus). Cette technique est issue du monde du génie civil, où elle est reconnue pour sa mise en œuvre rapide et son économie.

La pierre, utilisée sous forme de gabion, ne demande que très peu de main d'œuvre et donc ne coûte pas très cher. D'après une étude réalisée à l'École Centrale de Lyon, portant sur la comparaison des techniques utilisant le béton de ciment, le gabion, et la pierre sèche pour la réalisation de mur de soutènement (ALAVA, AUGERAUD, APAVOU, ET AL., 2009), la construction en pierres sèches est encore aujourd'hui un système constructif avantageux d'un point de vue environnemental et économique pour une hauteur de 1m. Économiquement le Gabion est gagnant pour les trois hauteurs de soutènement différentes. La pierre sèche classique demandant plus de main d'œuvre que le gabion, son coût est légèrement plus élevé que le gabion à 1m mais deux fois plus élevé pour les hauteurs supérieures. Cette technique étant relativement jeune, la durabilité du gabion est encore à évaluer dans le temps tant au niveau de la résistance de ses mailles que de l'évolution de l'aspect esthétique au cours du temps. L'utilisation de la pierre sèche, en gabion, ou maçonnerie semble, pour une échelle de construction réduite intéressante face au béton, pour autant que le système constructif permette sa mise en œuvre rapide.

Dans la carrière de Saint-Martin-Belle-Roche, il n'est fourni à l'usine de taille située en contrebas de la carrière, qu'environ 10 % de la masse initiale, les 90 % restant étant trop difformes pour être travaillés. Ils sont utilisés pour les routes, les chemins vicinaux et toute la pierre à bâtir, car toute la matière est utilisée. C'est dans cette matière difforme, que l'on trouvera des matériaux de construction qui pourraient être mis dans des gabions afin d'être potentiellement utilisables en construction.

⁸¹ Entreprise Bragignand à Prissé

2.4.4.4 La terre locale, bonne pour la construction

En Bresse⁸², les bâtisseurs pouvaient extraire la terre à bâtir simplement à partir des fondations des maisons par exemple, ou dans des carrières locales, devenues aujourd'hui des étangs proches des hameaux. Il est donc possible d'utiliser la terre directement présente sur le terrain pour construire. Les fondations de la maison lors de chantiers neufs, ainsi que les maisons en ruine constituent actuellement des carrières de terre propices pour construire. Dans les autres cas, l'identification des terres par les artisans ou par une entreprise peut être réalisée par des tests de terrain ou par des tests en laboratoire (HOUBEN, GUILLAUD, DAYRE, ET AL., 2006). Il n'existe aucune carrière de terre en Saône-et-Loire qui fournisse ou commercialise de la terre à bâtir d'origine locale. Les différents fournisseurs de matériaux écologiques saône-et-loirien se fournissent actuellement en matériaux et produits en terre à l'extérieur du département, en Isère notamment. L'entreprise Laurent à Prety (J.-P. LAURENT, 2010), spécialiste de la restauration de bâtiment en pierre, a reçu une formation sur le pisé à l'occasion d'un chantier de rénovation d'un écomusée, et constitue par là un relais intéressant pour d'autres maçons souhaitant connaître la technique.

Vers des produits en terre locaux issus de carrières existantes

Afin d'obtenir, par exemple, un pisé de bonne qualité, l'optimisation de la diversité granulaire de la terre est très importante. L'argile extraite des carrières encore en activité (La-Roche-en-Bresnil), ainsi que celle extraite par les entreprises industrielles de tuiles en terre cuite⁸³ pourraient être amendées avec une certaine quantité de granulats (du gravier au sable) afin de reconstituer une terre qui permettrait sa mise en œuvre sous différentes techniques (pisé, béton de terre coulé⁸⁴, adobes, terre paille, entre autre). Le sable extrait en Bresse, ainsi que les nombreuses carrières à granulats présentes sur le territoire peuvent fournir des grains de taille différente.

La terre crue est autant compatible avec l'autoproduction, la production artisanale qu'avec une production semi-industrielle ou industrielle, de part l'hétérogénéité des modes de mises en œuvres, ce matériaux permet d'imaginer des modes constructifs adaptés à chaque contexte géographique ou culturel.

Les recherches actuelles, notamment du laboratoire CRAterre, portent sur la facilitation de la mise en œuvre de la terre locale directement sur chantier ou en atelier par les artisans locaux. Il s'agit donc d'étudier la manière dont la matière fonctionne et réagit afin d'aider à la mise en œuvre de ce matériau⁸⁵, notamment sous forme coulée.

⁸² Inventaire Culturel National

⁸³ Terreal, Chagny (71)

⁸⁴ Mélange de terre visqueux à liquide pouvant être coulé comme un béton de ciment

⁸⁵ Dans le cadre du projet d'Analyse des Caractéristiques des Systèmes Constructifs Non Industrialisés

Martin Pointet, membre de la SCOP de construction en terre Caracol, insiste sur ce point :

« On travaille avec CRAterre sur un projet sur les bétons d'argile. L'idée de ce projet, c'est de pouvoir baisser les coûts de la construction en terre, qui pour tout ce qui est structure, est plus chère que le conventionnel, donc se rapprocher de la technique de béton de ciment, coulé, banché. (...) Par rapport à un mur en pisé, où on est à quatre-cents euros le mètre carré, on arrive à retomber à cent euros le mètre carré pour des éléments porteurs. » (POINTET, op. cit.)

Afin de fournir un pisé de grande qualité, François Cointereaux, en 1791, détaillait le mélange des terres :

« Ce mélange est facile et se conçoit aisément. Les terres grasses doivent être corrigées par celles qui sont maigres ; cela est d'ailleurs nécessaire pour prévenir les fentes & crevasses qui, sans ce mélange, se manifesteraient ou arriveraient.

D'où il réfute que

Les terres à briques, à tuiles, à four & à poterie, les terres grasses, fortes, glaises, franches, végétales & marneuses, ainsi que toutes les argiles,

Doivent être mêlées avec

Les terres maigres, légères, poreuses, friables, savonneuses, lessivées, crayonneuses, tufières, sablonneuses, même tourbeuses, & on peut y ajouter de petits graviers ou petits cailloux, des démolitions de mortiers ou des plâtras, ainsi que toutes sortes de décombres du règne minéral, mais jamais des règnes végétal & animal. Plus les terres sont grasses, glaiseuses, marneuses ou argileuses, plus il faut leur ajouter de matières sèches, arides ou friables. Il est impossible d'en désigner ici la quantité : c'est une science que la pratique enseignera à tout le monde » (COINTERAUX, 1791)

Plus récemment, l'architecte chinois Wang Shu, lauréat du Pritzker Price, met en œuvre la technique du pisé reconstitué sur ses chantiers utilisant de la terre⁸⁶ propice à la fabrication de brique mais reconstituée (ajout de sable, notamment).

⁸⁶ Mission réalisée par les architectes Marc Auzet et Juliette Goudy, experts CRAterre, Nouveau campus de l'universitaire d'Art de Chine, Hangzhou en 2011 et 2012. Réalisation de reformulation de terre, afin de construire en pisé localement.

La terre déjà présente dans des logements sociaux

Le « Domaine de la terre » constitue une expérimentation d'un quartier entier d'habitations à loyer modéré cherchant à valoriser les techniques et les savoir-faire associés à la terre crue. Il a vu le jour dans les années 1980, à Villefontaine, en Isère, avec la participation de l'OPAC-38 de l'Isère. La construction de ces bâtiments a été l'occasion de mettre en œuvre plusieurs techniques de terre crue différentes : pisé, blocs de terre comprimés et terre-paille.

Ce quartier a permis de démontrer la pertinence contemporaine de l'utilisation de techniques de terre crue, qui avaient fait partie des cultures constructives locales en Isère jusqu'à ce que la Première Guerre Mondiale emporte les nombreux charpentiers détenteurs du savoir-faire des coffrages pour le pisé, responsables du boisage des tranchées et qui furent exterminés dans les grandes batailles (Chemin des Dames, Verdun).



**Fig. 106 Habitation en pisé, Domaine de la terre, Villefontaine. Architectes Jourda et Perraudin
(Photo : Cécile Champi) (LEFÈVRE, 2009)**

Rosie Joe House, maison économique et écoresponsable avec du pisé

L'université de l'Utah aux Etats-Unis a mis en place le programme « Design Built Bluff », inspirée l'expérience du Rural studio, qui permet à des étudiants de réaliser des projets économiques et écologiques pour répondre aux besoins en logements de familles à faible revenu habitant en Utah ou dans les États voisins. Le but est de construire une maison qui ne coûte pas plus de trente mille dollars. La Rosie Joe House est une maison de 110 m² qui a été construite en 2004 dans une réserve Navajo, à 25 km au sud de Bluff, village de 320 habitants, dans le territoire de l'Utah. Cette maison est conçue selon des principes bioclimatiques : le pisé joue le rôle de masse thermique à l'intérieur. Il est aussi utilisé en façade dans un complexe de type mur trombe permettant de capter la chaleur des rayons du soleil l'hiver et de la stocker. La toiture déborde largement pour produire de l'ombre sur les façades en été annulant l'effet du mur trombe et évitant ainsi les surchauffes. La terre utilisée pour le pisé est locale, et les matériaux utilisés pour la toiture sont courants et peu onéreux : de la tôle ondulée et des fers à bétons soudés. Cette large toiture récupère l'eau de pluie, rare dans cette région.



Fig. 107 Rosie Joe House, architecte : DesignBuilt Bluff (Photo : Hugo Gasnier, 2012)

2.4.5 Améliorer les outils de production locaux

2.4.5.1 Construire plus vite pour construire moins cher

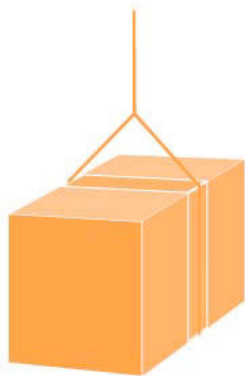
Réduire le coût de réalisation de l'habitat est possible avec une chaîne de production plus efficace. Nous l'avons vu dans la partie analyse, avec une rationalisation de la construction, c'est-à-dire une bonne organisation au sein de l'entreprise, une gestion efficace des chantiers et des filières bien structurées, il est possible de faire des économies de matière, de temps de construction, de travail. Il semble que le temps de construction soit un des leviers essentiels pour faire baisser les coûts, étant donné que le coût de main d'œuvre représente une part importante du coût global de construction. Il est possible de diminuer ce temps, avec des systèmes constructifs efficaces, simples, faciles et rapides à monter. *« Par exemple les poteaux poutres des parkings, c'est rapide à monter et le temps de la construction est une donnée essentielle dont on oublie souvent de tenir compte dans le coût »* expliquent les architectes Anne Lacaton et Jean-Philippe Vassal (SABBAH, 2007b). Un chantier sec, par exemple, est plus propre, rapide et efficace qu'un chantier humide. Réduire le temps de construction est également possible avec des systèmes de production qui améliorent la productivité, tels que la mécanisation de la fabrication, c'est-à-dire remplacer ou assister la main-d'œuvre par des machines (cela est difficile sur le chantier, mais possible en atelier ou en usine), l'industrialisation des procédés de fabrication, la production en série, la préfabrication. Ces techniques permettent de construire plus en atelier ou en usine pour réduire le temps de chantier, avec une production optimisée, un temps de chantier réduit, et des économies d'échelles à partir d'un certain volume produit. Selon Baptiste Segretain : *« Pour être économique, améliorer le temps de productivité en atelier est indispensable. Plus l'essentiel du bâtiment sera fabriqué dans un atelier performant, plus la durée de chantier sera écourtée, et plus l'économie dégagée sera importante. »* (DARMON, *op. cit.*, p.10)

Plusieurs voies sont donc possibles, avec différentes manières de travailler et à plusieurs échelles de production. Le choix de l'une ou de l'autre n'est pas anodin. Créer une unité industrielle de fabrication ou structurer une filière d'artisans pour permettre la préfabrication, cela aura des conséquences différentes sur l'économie locale, sera plus ou moins adapté à tel ou tel contexte.

« Les technologies utilisées dans la construction peuvent être inspirées de savoir-faire traditionnels auxquels on intègre les évolutions propres aux différents lieux, ou de découvertes novatrices combinées avec des techniques populaires, ou encore de méthodes venues d'autres horizons. La maîtrise de la technique et la connaissance des matériaux sont les habiletés de base requises pour une efficacité maximale, aussi bien dans le processus constructif que pour la durée de vie de l'édifice » (BAHAMON, ALVAREZ, ARIZA, 2008, p.7)

notent les auteurs de l'ouvrage *Petits budgets, habitat contemporain*. La prise en compte du tissu entrepreneurial local, de ses capacités et de ses savoir-faire, des ressources naturelles disponibles est indispensable pour participer à un développement économique viable et durable.

2.4.5.2 Préfabriquer



La préfabrication, plus de travail dans un environnement protégé et un chantier très rapide

Le principe de la préfabrication est de construire une grande partie du bâtiment en atelier. Les différents éléments préfabriqués sont ensuite transportés et assemblés sur le site, réduisant considérablement le temps de chantier. En rationalisant réellement la mise en œuvre, la préfabrication présente de nombreux avantages :

- Le travail sur chantier est réduit, pour plus de travail dans un environnement protégé, à l'abri des intempéries, des vols, des regards. Cela conduit à une meilleure maîtrise des accidents et des maladies. C'est l'avis de Gilles Denis, économiste à Mâcon :

« Ce n'est pas marrant de travailler dans le bâtiment. Les sanitaires ce n'est pas si vieux. On mange un sandwich sur le chantier... Les gens qui travaillent en usine, ils ont des vestiaires, leur atelier est chauffé. C'est quand même plus agréable de travailler dans une usine que de travailler dans un chantier de bâtiment. » (DENIS, op. cit.)

- Cet environnement est plus propice à la précision et au contrôle de la qualité, grâce à une meilleure maîtrise de l'humidité et des facteurs d'erreur.
- La logistique est simplifiée. Sur un chantier classique,

« S'il y a quatre bouts de gaine électrique à poser, le gars doit faire une demi-heure de trajet aller, une demi-heure sur le chantier, une demi-heure de trajet retour. C'est ça qui coûte cher. Si tu as dix pavillons en atelier en cours de construction, le gars il vient pour mettre ses gaines électriques, il vient travailler une journée complète ou plusieurs jours. L'idée serait qu'une entreprise soit organisée comme pour faire une voiture. Ce qui coûte de l'argent, c'est de transporter des ouvriers, c'est de les faire travailler par mauvais temps » (Ibid.)

explique l'économiste Gille Denis. La préfabrication permet de réduire fortement les besoins en déplacement et en transport. Les différents corps de métier peuvent se succéder dans l'atelier si l'élément préfabriqué intègre les finitions et les flux, par exemple. Les délais dus aux aléas climatiques sont considérablement limités car on peut travailler toute l'année en atelier sans dépendre des conditions météorologiques. La planification est plus simple, le travail plus rentable, les délais plus facilement estimés et respectés. L'équipement est constamment disponible puisque tout est sur place.

- La construction par préfabrication est beaucoup plus rapide que les chantiers classiques. Dans un premier temps, la fabrication est réalisée en même temps que le terrassement et les fondations. Lorsque les fondations sont prêtes à recevoir la construction, elle est prête aussi. Ensuite, le montage et la livraison sont très rapides : de quelques heures à quelques jours, avec un chantier propre et sec.

La préfabrication nécessite un atelier suffisamment grand et équipé, avec dispositif de levage. Il est également indispensable d'avoir beaucoup de rigueur dans la conception. Artisanale ou industrialisée, en série ou individualisée, adaptée à plusieurs échelles d'entreprises et à différents degrés d'automatisation, la préfabrication peut autant être adoptée par un artisan qui dispose d'un simple atelier de charpente que par une entreprise plus automatisée. Les différents éléments préfabriqués, peuvent aller de petits éléments comme des morceaux de parois, à des éléments beaucoup plus importants comme des parois complètes. Ces parois peuvent contenir seulement des éléments structurels (ossature bois et panneaux, ou bois massif de type contrecollé par exemple), ou déjà être entièrement équipées, avec l'isolant, l'électricité, le bardage intégrés. Dans le premier cas, le second œuvre se fera sur le chantier, dans le second, le travail sur le chantier consistera uniquement en l'assemblage des éléments. La préfabrication peut aller encore plus loin, avec la réalisation d'unités d'habitation complètes, à finir, ou déjà entièrement finies et meublées en atelier (Fig. 109).

Maison Su-Si, Vorarberg, Autriche

(GAUZIN-MÜLLER, 2003c) (GAUZIN-MÜLLER, 2009h, p.219-220)

Le projet, Su-Si, par exemple, des architectes autrichiens Johannes et Oskar Leo Kaufmann, est un module tridimensionnel d'habitation entièrement préfabriqué en atelier. C'est une expérimentation menée pour diminuer le coût de l'habitat écologique. La première étape de la construction est la préfabrication et l'aménagement complet du module en bois dans un atelier de charpente avec des technologies efficaces (découpe numérique, panneaux contrecollés). Ce module est ensuite transporté par camion sur le site. Les limites dimensionnelles sont donc imposées par le transport. Il est alors posé sur les fondations, qui peuvent être, au choix, des pilotis, des plots béton, des longrines béton ou des fondations avec cave. Enfin, les branchements de l'eau, de l'électricité et de l'évacuation d'eau sont faits. La fabrication prend cinq semaines, le montage cinq heures. L'habitat est livré tout équipé avec des finitions et du mobilier en bois. Il est basse consommation en énergie. Les cellules peuvent être composées, superposées, juxtaposées pour créer des habitations plus vastes ou du logement collectif. La première version a été construite en 1996. Depuis, plus de vingt unités ont été réalisées en Europe.

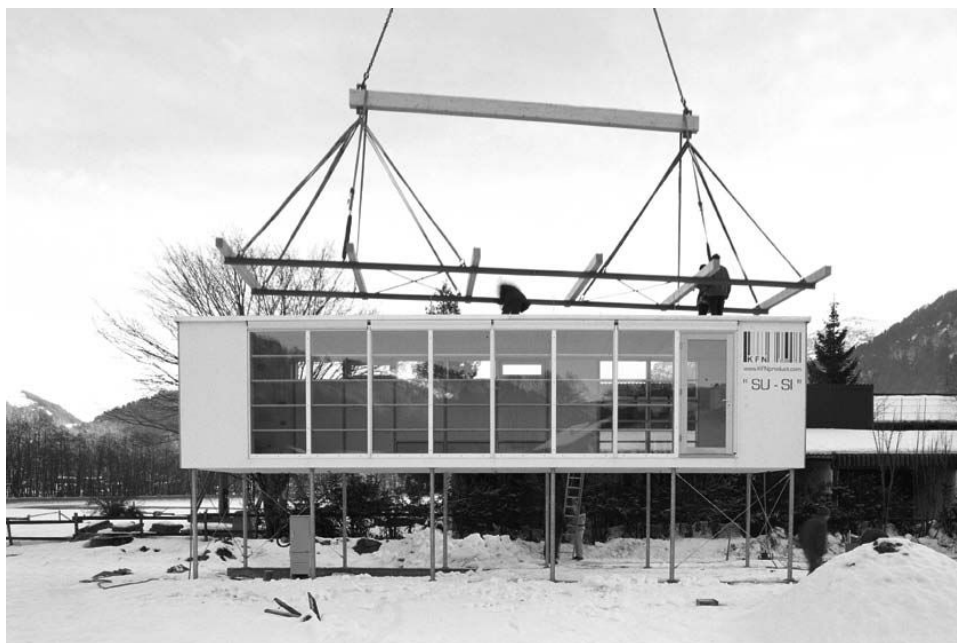


Fig. 108 Maison « Su-Si » (Photo : Johannes Kaufmann Architektur)

DIFFÉRENTES ÉCHELLES D'ÉLÉMENTS PRÉFABRIQUÉS

Habitation complète

à finir, ou déjà entièrement finies et meublées en atelier



Su-Su architectes : J. & D.-L. Kaufmann

Modules 3D

bloc humide par exemple (salle de bain-cuisine) ou plusieurs modules à assembler pour former différents types de logements



Rosa Parks, architectes : agence Tetrarc

Parois complètes

déjà entièrement équipées, avec l'isolant, l'électricité, le bardage intégrés.



Parois à finir

éléments structurels (ex : ossature bois, bois massif contrecollé)



Petits éléments de construction

(éléments de plancher, de parois, de structure, etc.)



Maison-meuble, architecte : F. Henno

Fig. 109 Extrait de l'exposition « Demain, quel habitat en Saône-et-Loire ? »
(CHAMODOT ET CLOQUET, 2012)

2.4.5.3 L'industrialisation, les avantages de la production de masse, mais la nécessité de rester vigilant sur la qualité urbaine

Depuis plus d'un siècle, l'industrialisation des procédés de fabrication permet de rentabiliser la production dans de nombreux domaines. L'industrialisation est un processus de fabrication utilisant des techniques qui permettent une forte productivité du travail. Ce type de production recourt à une énergie provenant de machines qui remplacent ou assistent la main d'œuvre. La production se fait en grandes séries, amenant une standardisation des produits. Elle est centralisée dans d'importantes infrastructures qui regroupent des travailleurs dont la tâche est souvent très spécialisée. Afin d'obtenir des produits manufacturés d'une qualité homogène, des normes ou des standards sont appliqués. Ces procédés permettent de rentabiliser les coûts de recherche ou de mise au point d'un procédé, et ainsi de faire d'importantes économies d'échelles à partir d'un certain volume produit. Certaines des personnes interrogées pensent que plus d'industrialisation dans la production de l'habitat permettrait d'en diminuer le coût. L'économiste de la construction Gilles Denis argumente :

« Pour concevoir des bâtiments qui ne coûtent pas cher, il faut les concevoir comme une voiture. On dit que les gens ne savent pas construire, qu'ils perdent du temps, mais le problème que l'on a dans le bâtiment, c'est que chaque projet est unique. Chaque fois, il faut re-concevoir. C'est intéressant pour l'architecture, mais pas pour le prix. Dans un catalogue « Ikea » par exemple, si tu veux concevoir ta cuisine, tu prends des éléments, tu les assembles. Ça ne coûte pas cher parce que c'est préfabriqué en usine. Il faudrait concevoir des maisons de la même manière, c'est-à-dire que tout puisse se concevoir dans un atelier. » (DENIS, op. cit.)

Éric Clairefond⁸⁷ va dans le même sens :

« Si chaque logement est unique et personnalisé, les normes de sécurité, les règles constructives et les contraintes environnementales sont les mêmes pour tous les bâtiments. Les procédés industrialisés permettent de standardiser une grande partie de la fabrication et donc de respecter l'ensemble de ces contraintes à coûts, notamment d'études, réduits. Construire des logements en grand nombre avec des solutions, composants et équipements récurrents autorise des achats en masse ou le développement de produits et solutions propres. Cette logique, sans altérer esthétique ni qualité, est source de diminution des coûts à qualité de finalisation comparable. » (CLAIREFOND, op. cit.)

⁸⁷ l'un des trois dirigeants fondateurs de la société Newden Design. Elle a été créée en 2009 afin de promouvoir un procédé de fabrication industrielle du logement en autre.

Au lendemain de la Seconde Guerre Mondiale, la nécessité de construire des logements massivement et le développement des techniques industrielles ont poussé les architectes à recourir à l'industrialisation pour obtenir des gains de productivité, une baisse des coûts, une réduction des délais d'exécution.

« Au cours de cette période, les entreprises ont su réaliser des gains importants de productivité grâce, non seulement à la préfabrication, mais surtout à la rationalisation de la chaîne de production. Les progrès ont été considérables et les industriels y ont également contribué » (MERCADAL, CHEMILLIER, op. cit.),

explique Georges Mercadal⁸⁸. Plusieurs architectes se sont inspirés de systèmes industriels pour produire autrement de l'habitat économique. Olivier Darmon précise que :

« Nombre d'architectes et non des moindres se sont évertués à réduire les coûts de construction en expérimentant de nouvelles méthodes. (...) Chacun d'entre eux s'est efforcé de penser une autre maison, moins coûteuse, dotée de qualités nouvelles, bâtie rapidement et libérée du carcan des traditions artisanales du bâtiment » (DARMON, 2006a, p.6).

⁸⁸ ingénieur général honoraire des Ponts et Chaussées. Il a été notamment directeur technique de la SCIC, de 1971 à 1978 ; directeur de la Construction au ministère du Logement, de 1978 à 1984, et délégué général de l'Union nationale des HLM, de 1993 à 1999

Le système Dom-Ino, Le Corbusier (DARMON, *ibid.*, p. 7)

Le Corbusier, exprime cet espoir de l'architecture moderne : « la spécialisation a à peine abordé le domaine de la bâtisse. Il n'y a ni usine, ni techniciens de spécialisation... Après avoir fabriqué en usine tant de canons, d'avions, de camions, de wagons, on se dit : ne pourrait-on pas fabriquer des maisons... rien n'est prêt mais tout peut-être fait. Dans les vingt années à venir, l'industrie aura groupé les matériaux fixes, semblables à ceux de la métallurgie » (LE CORBUSIER, 1924, p.189). En 1914, il propose le Système Dom-Ino : une structure préfabriquée, composée de planchers portants et d'une ossature de béton armé. Leurs propriétaires pourraient les habiller à leur gré de fenêtres, portes et cloisons. Cette solution qui allie industrialisation et autofinition semble prometteuse pour l'habitat de tous.

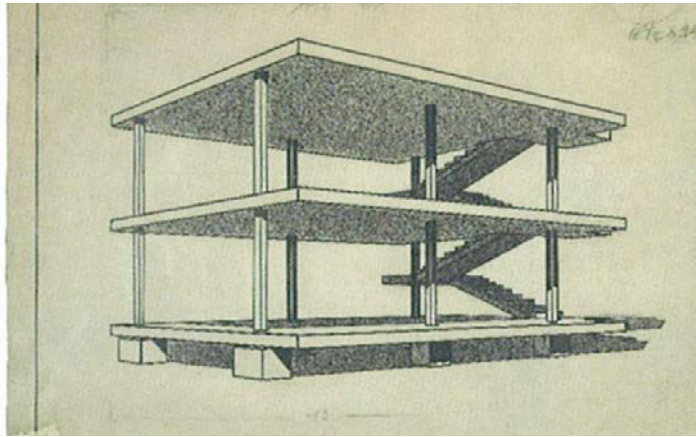


Fig. 110 Système Dom-Ino de Le Corbusier, (image : F.L.C. / Adagp, Paris 2006) (DARMON, *op. cit.* , p.7)



Fig. 111 Œuvre de Rirkrit Tiravanija, *Dom-Ino*, septembre/octobre 2008. (Photo : Galerie Chantal Crousel. Disponible sur : <http://www.crousel.com/home/exhibition/174/> (Consultée le 10/10/2010))

La maison « des jours meilleurs », Jean Prouvé (DARMON, *ibid.*, p. 8)

Jean Prouvé, pour répondre au problème crucial du mal logement, conçoit la maison « des jours meilleurs » en 1956. Cette maison bon marché destinée aux plus démunis a été commandée par l'Abbé Pierre à l'architecte. Le concept novateur du bloc technique conçu pour être fabriqué en série nait. En métal, cylindrique, situé en partie centrale du bâtiment, il est le support d'une poutre en tôle pliée supportant la toiture.

« Disons le mot : il faut des maisons usinées (...) Pourquoi usinées ? Parce qu'il ne s'agit plus seulement de fabriquer un ou plusieurs éléments d'une maison destinée à être assemblée, mais que tous les éléments correspondent à ceux d'une machine que l'on monte entièrement mécaniquement, sans qu'il soit nécessaire de fabriquer quoi que ce soit sur le chantier. Les matières qui constituent les éléments peuvent être extrêmement variées. Aller du bois à l'acier, au béton moulé, et même à la pierre artificielle si on veut. Cela peut être de la construction mixte, métal et bois, métal et matières plastiques ; métal et tout autre matière à trouver. »⁸⁹



Fig. 112 Maison des jours meilleurs (Photo : Adagp, Paris 2006) (DARMON, *ibid.*, p. 8)

⁸⁹ J. Prouvé, Conférence à Nancy, 1946

La « Bande active », Yves Lion

À la fin du vingtième siècle, encore, certains architectes ont tenté d'industrialiser des blocs techniques pour réduire le coût de l'habitat. C'est ce qu'a proposé Yves Lion avec le concept de la « *Bande active* », qui consiste en la fabrication en usine des cuisines, WC et salles de bain (une par chambre) qui sont tous disposés en façade, à la lumière.

*« Si chaque chambre a sa cabine de bains, plus besoin de couloir pour conduire à la salle de bains commune et davantage de liberté pour la partition du plan. Plus besoin de VMC non plus. Et puisque les cabines de bains sont multipliées et que les cuisines sont étirées sur la façade, pourquoi ne pas industrialiser la fabrication des unes et des autres ? C'est ainsi que le concept de “ bande active ” est posé, au confluent des réflexions sur les manières d'habiter et les manières de construire, car l'opposition entre un gros œuvre, grossier et pérenne, et un second œuvre conçu comme de l'appareillage de précision rendrait possible la fabrication en usine des cuisines, salles de bains et WC, et faciliterait leur interchangeabilité ultérieure » (SERAJI, PAVILLON DE L'ARSENAL, *ibid.*, p. 316), explique Nasrine Seraji.*

La « *Bande active* » a pu être expérimentée dans deux projets de logements collectifs à Villejuif en 1986, où elle a été appliquée à tous les logements, et à Marne-la-Vallée. Selon Nasrine Seraji, le recul sur ces expériences « *ouvre la perspective d'une évolution de l'interface chambre/salle de bains mais ferme celle de son industrialisation* », car celle-ci s'est avérée trop coûteuse.



Fig. 113 logements collectifs à Villejuif, architecte : Yves Lion (Photo : Archiguide)

Actuellement, le secteur du bâtiment est nettement plus industrialisé qu'auparavant. « La plupart des corps de métier, des électriciens aux plâtriers en passant par les charpentiers, utilisent des composants préfabriqués en atelier, parfois à un degré de finition avancé » (DUPUY, 2011). Cependant, les expériences menées par Le

Corbusier, Prouvé et d'autres architectes de l'époque moderne n'ont, semble-t-il, pas donné de suite. Selon Olivier Darmon, « *Dans le domaine de la maison individuelle, le recours à la standardisation et à l'industrialisation de prototypes n'aura pas d'avenir en France, du moins telles qu'elles furent préconisées par quelques architectes novateurs.* » (DARMON, *op. cit.* , p.7). Plusieurs expériences similaires à celle de la « bande active » semblent démontrer qu'une industrialisation s'avère finalement peu rentable, comme le démontre Françoise Arnold, Architecte et journaliste, auteur de l'ouvrage « Le logement collectif ».

*« L'intérêt de la préfabrication a évolué avec le temps : au départ, il s'agissait de faire baisser les coûts en produisant en série, avec en toile de fond le modèle de la production automobile. Dans les faits, les éléments produits en série atteignent rarement le seuil de rentabilité : les moules qui cassent après un certain nombre d'utilisation et dont il faudrait pousser l'étude plus loin, ou prototypes qui demeurent des expériences uniques. Il y a eu aussi nombre d'expériences concernant la préfabrication de blocs cuisine ou salle de bain, qui ne se sont pas diffusées. La préfabrication lourde semblait être passée aux oubliettes, comme un errement de l'histoire et être limitée à de petits éléments : par exemple les panneaux (briques ou pierres enfilées) conçus par l'agence Renzo Piano Building Workshop » (ARNOLD, *op. cit.* , p.101).*

Guilhem Dupuy⁹⁰ analyse :

*« Les défenseurs de l'industrialisation du bâtiment ont, depuis un siècle, toujours construit leur argumentaire de la même façon : le bâtiment, en copiant l'organisation rationalisée du travail dans l'industrie et en standardisant les produits, pourra augmenter les volumes produits et baisser les coûts unitaires par la vertu des économies d'échelle. Force est de constater que cette idée générale n'a jamais eu de véritables conséquences pratiques, les solutions constructives industrialisées n'ayant jamais réussi à produire moins cher que les solutions traditionnelles » (DUPUY, *op. cit.*).*

Il semble, de plus, que ces procédés soient peu adaptés au secteur de la construction. Il ajoute :

« La maison individuelle et le petit collectif, notamment sur terrain plat, sont bien adaptés à cette standardisation des composants. Mais le gros de l'activité des entreprises du bâtiment (collectif au-delà d'une

⁹⁰ étudiant à l'École normale supérieure de Cachan.

certaine surface, réhabilitation, extension, bâtiments publics, ouvrages d'art...) doit systématiquement faire l'objet d'une réalisation sur mesure : le caractère prototypique de toute construction limite à certains composants le potentiel de développement d'une approche standardisée des systèmes constructifs. »

Françoise Arnold va dans le même sens. Selon elle :

« Concevoir un bâtiment comme une voiture c'est-à-dire entièrement à partir de composants produits industriellement, a été le rêve des années 1960. Les pièces démontables devaient toutefois être de grande dimension, ce qui a justifié le terme d'industrialisation lourde. Puis la taille des programmes a été réduite. Le secteur du logement est en outre apparu trop complexe pour entrer dans le cadre d'une équation simple. Casser la répétitivité architecturale puis fragmenter sont également devenus une priorité culturelle et urbaine. » Toutefois, la situation actuelle pourrait inciter à étudier de nouveau des solutions d'industrialisation « lourde » (ARNOLD, op. cit. , p.101).

Elle complète : *« la déqualification du gros œuvre a conduit à la remettre à jour, à en faire un champ d'invention. »* Peut-on produire industriellement des logements sans tomber dans le piège de la standardisation ? Une cellule d'habitation produite en série sur le modèle de la production automobile pourrait amener à une uniformisation des formes urbaines. La volonté d'une production rationalisée ne doit pas entraîner une architecture répétitive avec des volumes identiques qui altèreraient la qualité de vie dans l'habitat, la qualité architecturale et urbaine. *« L'idée de construire vite des éléments qui se ressemblent fait craindre un appauvrissement de l'architecture, la perte de caractère « prototypique » et surtout une attention moindre aux sites et aux contextes urbains »* (PAVILLON DE L'ARSENAL, op. cit. , p.29), indiquent les participants aux différentes tables-rondes de la plateforme d'échanges « Housing platform 2 ». Cependant, les édifices qui résultent d'une production industrialisée ne sont pas forcément des produits identiques, seulement la mise en œuvre est rationalisée, beaucoup plus rapide, donc plus économique. Hartmut Hering, conseiller construction bois à Arbocentre, explique :

« L'industrialisation (...) ne signifie pas a priori « le pareil au même » du produit final, mais une mise en œuvre rationalisée à partir d'une analyse du geste répétitif ou similaire et des fonctions similaires, menant à une rationalisation de la production et à une meilleure exploitation des atouts productifs » (HERING, 2007b).

Pour cela, différents dispositifs architecturaux, très liés à l'aspect technique de la production, peuvent être utilisés :

- Le travail de Bernard Cache sur les « Architectures non standard »⁹¹ avec les panneaux de décoration produits par sa société « Objectile », est représentatif d'une recherche menée par plusieurs architectes et designers. Bernard Cache se base sur des systèmes algorithmiques pour générer des formes par informatique. Ces formes sont ensuite transmises à une machine de découpe numérique qui formera le décor sur les panneaux, ainsi produits en série, mais non standard : chacun d'eux est unique. Certains chercheurs essaient de trouver des applications de ces techniques à l'architecture, en générant des formes, par exemple, optimisées pour capter l'énergie solaire en un lieu donné. Cette adaptation suppose des transformations des outils de conception et de production. Elle pose également la question de l'adéquation de l'architecture et de son contexte, puisque celui-ci n'est pas pris en compte dans la globalité de ses paramètres : physiques, sociétaux, etc. dans la génération de forme.

Certains architectes conçoivent des opérations de logement collectif basées sur un certain nombre de modules industrialisés que l'on peut combiner entre eux de différentes manières. Ces combinaisons apportent des solutions différentes pour chaque logement selon les besoins, et une certaine complexité qui donne une véritable qualité urbaine en évitant la répétitivité.

Rosa Parks, un assemblage de modules préfabriqués (ADER, 2010b)

C'est le processus de composition choisi pour le projet « Rosa Parks » par l'équipe composée de l'agence Tetrarc Architectes, d'un bureau d'étude et d'un industriel. Ce programme d'habitat social proche de Bordeaux compte cinquante logements BBC de type intermédiaire : semi-collectif et individuel (R+2). Les concepteurs ont défini trois modules de base : un module technique réunissant entrée, pièces humides et noyau technique, un module séjour intégrant le coin cuisine, et un module chambre. Ces trois modules peuvent être assemblés de différentes façons et même superposés, le système constructif à ossature bois garantissant une grande flexibilité. Ils sont intégralement équipés en usine, et aisément transportables. Sur le site, la seule opération est leur assemblage par accolage.

⁹¹ Nom d'une exposition qui a eu lieu au Centre Pompidou en 2003-2004, à laquelle la société Objectile a participé



D'autres proposent des « maisons sur catalogue » contemporaines et personnalisables, comme Rocio Romero avec les maisons des « LV Series ».

LV Series, Rocio Romero (BAHAMON, ALVAREZ, ARIZA, *op. cit.* , p.118 à 125)

Pour acquérir une de ces maisons, la première étape est de sélectionner un modèle sur la page internet, via des catalogues explicatifs. La maison peut être personnalisée, selon les besoins spécifiques de chaque client. La structure offre la possibilité de moduler la taille et le nombre de pièces, leur distribution, la disposition des fenêtres et des portes. Les finitions intérieures et extérieures peuvent également être choisies. Ensuite, un jeu complet des éléments de la maison est livré en pièces détachées, avec les plans de la maison, un manuel pour la construction, l'inventaire du matériel, le calendrier qui doit être respecté et toute une liste de spécifications. Enfin, le bâtiment peut être construit à l'endroit choisi par n'importe quel constructeur, en une durée de douze à seize semaines. L'usage de matériaux économiques standard et de fabrication industrielle, leur assemblage très simple et rapide rendent ces maisons relativement économiques.



Fig. 116 Différentes maisons des LV series – (Photo : (ROMERO, [s.d.]))

Une quatrième manière d'intégrer de l'industrialisation pour réduire le coût de l'habitat est de produire en grande série un ou des éléments invariants autour desquels une architecture différente peut-être proposée, selon chaque projet.

« Gamme Bois » OPAC 71

C'est ce qu'a voulu expérimenter l'OPAC de Saône-et-Loire avec une « Gamme bois ». Il s'agit de plusieurs projets de logement social construits sur différents sites par différentes équipes d'architecte-entreprise. Le point commun entre ces projets est d'utiliser le même noyau technique et la même composition de paroi à ossature bois, tous deux produits industriellement. Jean-Claude François explique qu'« *il y a une ambiguïté entre l'idée de modèle et l'idée de réinventer la maison à chaque projet. On essaie de balancer entre les deux en identifiant des invariants qui ne seront pas reconçus à chaque projet : module technique, salle de bain, mur-type (coupe du mur permanente), fondations technopieux ou préfabriquées...* » Il poursuit : « *Ces invariants permettent de rentabiliser la construction. On ne repaye pas à chaque fois pour réinventer le local technique, des réunions de chantier à répétition, etc. Ces éléments prédéfinis ne pénalisent pas l'architecture. Celle-ci se fait en fonction du terrain, de l'orientation, etc. Le métier d'architecte est remis au bon endroit. La conception est liée à un lieu, à un moment et à des besoins particuliers.* » (BELLEVRAT, GALY, FRANÇOIS, ET AL., 2009)

Ce projet est l'occasion de tester la viabilité d'un tel concept en Saône-et-Loire : le module technique produit industriellement est-il rentable ? Duplicable ? Quels sont les problèmes rencontrés ? Doit-on se réinterroger sur sa conception ? Jean-Claude François ajoute que :

« Si on travaille avec des industriels, il faut que ça rapporte. Il faut faire des recherches, mettre au point la question de la quantité d'industrialisation (économies d'échelle, investissement, etc.). On prévoit de construire une cinquantaine de logements par an qui ne seront pas tous munis du module. Ça ne représente pas un nombre assez important pour être rentable. L'idée de l'invariant préfabriqué n'est rentable économiquement que si l'on produit un certain volume de logements par an : au moins soixante opérations d'au moins dix logements. Si on s'associait avec d'autres organisations comme Nièvre Habitat, on pourrait augmenter le nombre de module » (Ibid.).

Pour une industrialisation intéressante économiquement, il faut produire un volume minimal. Cette expérimentation pose la question de la pertinence de l'industrialisation dans un territoire tel que la Saône-et-Loire, où les opérations de construction de logements sont peu nombreuses et plutôt de petite taille. Au total, peu de logements sont construits chaque année, comparativement à d'autres départements, rendant peu rentable une production en série. Pour ce projet, la production des éléments préfabriqués s'est faite majoritairement en dehors du

territoire, alors que de nombreux artisans locaux maîtrisent la construction à ossature bois. Si la demande était suffisante, serait-il pertinent de créer une unité de fabrication sur le territoire ? Cela pose également la question de l'intérêt du travail en usine, répétitif et peu valorisant par rapport au travail de l'artisan qui nécessite un réel savoir-faire et qui suit la réalisation du projet sur toute sa durée. L'industrialisation massive ne semble pas la formule la plus adaptée au territoire de Saône-et-Loire, contrairement à la préfabrication, qui peut être développée par les entreprises locales.

2.4.5.4 Des outils pour offrir des marges de manœuvre aux petites et moyennes entreprises et qui pourraient motiver les jeunes à entrer dans le monde de la construction

Bernard Pecqueur souligne l'importance de l'utilisation de l'informatique dans tous les domaines de production :

« Les progrès technologiques, notamment dans le domaine électronique et informatique, permettent de petites séries. L'informatique constitue une révolution technologique de grande ampleur qui constitue non seulement une innovation de produit mais aussi une innovation dite de « process », c'est-à-dire capable de modifier en profondeur les manières de produire. L'introduction de cette révolution technologique a réduit la distance existant entre les branches traditionnelles et les branches modernes (ou « High Tech ») et apporté une marge de manœuvre importante aux entreprises de petites et moyennes dimensions » (PECQUEUR, 2000a, p.80).

Grâce à l'évolution des technologies mises à notre disposition, il y a aujourd'hui la possibilité de simplifier et d'accélérer la fabrication d'éléments de construction. La diminution de la taille des machines et outils de production offre aux petites structures la possibilité de s'équiper afin de pouvoir répondre à plusieurs types de demandes, notamment en terme de quantité et d'éléments prêts à assembler, et parallèlement de continuer à fabriquer du sur mesure pour leurs clients de plus en plus facilement.

Dans l'ouvrage *Archi pas chère 2*, l'économiste Baptiste Segretain montre, par exemple, la possibilité qu'offrent les nouvelles machines de taille du bois numériques pour la préfabrication d'éléments de construction. Selon lui, pour réduire les coûts de construction, il faut :

«... en premier lieu travailler avec de « bonnes » entreprises, celles qui ont une méthodologie et une approche économique de leur activité. Prenons le cas d'une maison à ossature bois : il est indispensable que le charpentier retenu soit équipé d'un matériel permettant d'usiner les éléments de façon performante, qu'il dispose donc de machines à commandes numériques et de logiciels permettant de traduire le plan de l'architecte en plan de fabrication, d'obtenir la liste des bois nécessaires et leurs métrés, puis de transférer ces données aux machines de coupes. En procédant ainsi, on gagne énormément en productivité et par conséquent en coûts de fabrication » (DARMON, op. cit. , p.10).

Entreprise Vouillon (VOUILLON, 2009)

Située à Trambly, cette entreprise dispose d'une machine à commandes numériques permettant de découper des bois dans les trois dimensions en un seul passage. Cet outil permet de réaliser rapidement tout type d'assemblages bois du plus simple au plus complexe. Grâce à cette machine, l'entreprise produit des charpentes en kit facilitant ainsi le travail des charpentiers sur le chantier et leur faisant gagner un temps important. Ces kits de charpente intéressent aussi les autoconstructeurs, qui trouvent là une économie substantielle.



Fig. 117 Machine à découpe numérique (Photo : T. Chassepoux)

Afin de motiver les jeunes à entrer dans le monde de la construction, les nouveaux outils, portatifs, numériques, vont dans la continuité des nombreux objets technologiques et numériques utilisés dans le quotidien. Les métiers du bâtiment sont réputés pour être éprouvants physiquement. Les outils numériques, précis, comme les tables à commande numérique, machine à découpe laser en trois dimensions, sont de formidables outils de précision, mais aussi, des outils permettant de simplifier le travail de production afin de se concentrer sur la finalité de la géométrie des éléments à construire. Ces outils sont intéressants pour créer des assemblages qui répondent à des détails constructifs complexes : le répertoire d'assemblages bois-bois, délaissés au profit de connecteurs et pièces métalliques, peut ainsi être réinterprété grâce à ces machines numériques et permettent de les utiliser de façon optimale.

Entreprise LITHIAS (CONSEIL RÉGIONAL DE BOURGOGNE, 2011c)

L'ENSAM dispose dans sa pépinière d'entreprises, d'une start-up de taille de la pierre qui utilise des machines de taille numérique pouvant travailler des blocs sans limitation de taille. Cette jeune entreprise, dirigée par un ancien élève ingénieur des arts et métiers de Cluny, est plutôt orientée vers la reproduction d'œuvres d'art et de patrimoine car la précision de l'outil de taille le permet. Ces outils pourraient être utilisés pour la taille rapide de gros éléments de construction en pierre, ou pour des pièces à assemblages complexes mais reproductibles facilement. L'utilisation d'outils technologiques et portatifs modernes avec les éco-matériaux comme la pierre ou le bois, peut apporter une aide substantielle en temps pour la fabrication.

Logements Emmaüs à Montpellier (ANGLADE, 2009b, ANGLADE, [s.d.])

Ces bâtiments des hébergements Emmaüs sont très économiques, « 4200 F/m² (640 euros HT) ». L'ingénieur Jacques Anglade a travaillé sur une charpente économique car taillée à l'aide de machines performantes qui permettent l'utilisation d'assemblages simples à mettre en œuvre mais qui auraient été complexes à réaliser à main d'homme.

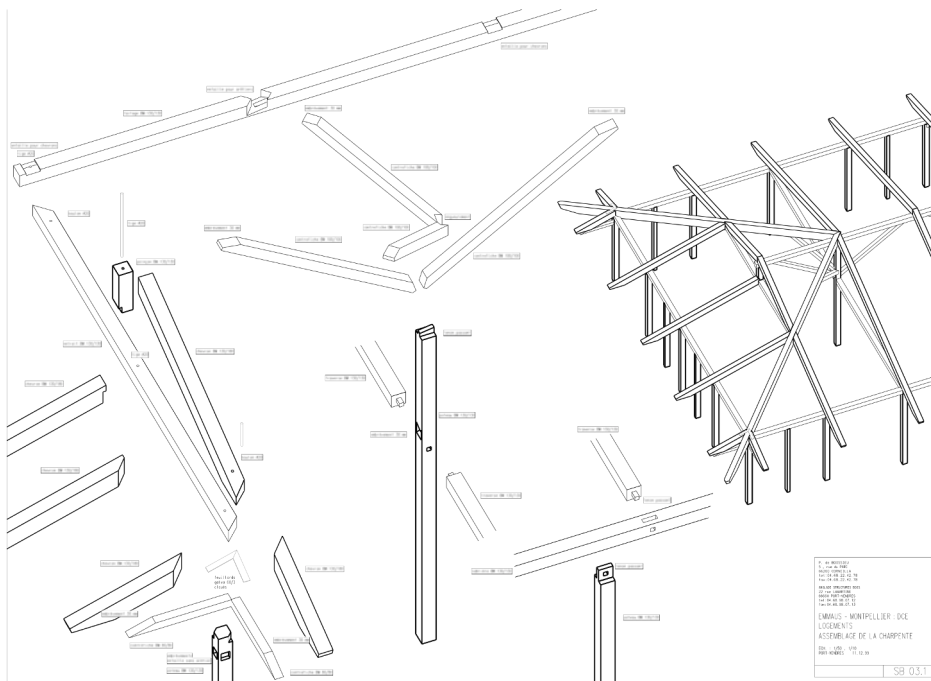


Fig. 118 Photo et plan de structure du bâtiment, Anglade Structures Bois et P. de Boissieu (*Ibid.*)

2.4.6 Minimiser la quantité de matière ou mieux l'utiliser

2.4.6.1 Utiliser moins de matière pour offrir plus de volume à vivre

Minimiser la quantité de matière pour construire et utiliser les matériaux de manière pragmatique, radicale, économique et efficace est indispensable pour réduire le coût de la construction et diminuer son empreinte écologique en limitant la consommation de matière et d'énergie.

Les hangars industriels ou agricoles, les supermarchés, les ateliers d'artisans, développent tous de grandes surfaces utiles sous des structures qui ne représentent pas un investissement trop grand pour le commerçant ou l'artisan. La recherche d'économie et d'efficacité est primordiale pour eux, alors, ils privilégient des matériaux très économiques, produits industriellement en grande quantité, standard : structures métalliques, voire en bois lamellé-collé, bardages métalliques, tôle ondulée, polycarbonate. Si ces constructions, pour la plupart, sont relativement pauvres architecturalement, elles ont prouvé leur efficacité économique.

« Prenez le bardage ondulé : il est pratique puisqu'il suit les recommandations d'isolation par l'extérieur et il est bien plus durable qu'un enduit sur isolant. Et grâce aux économies faites en façades, il est possible d'investir plus d'argent sur d'autres parties de la maison. Plutôt que les matériaux, c'est le programme qui prime avant tout »
(MAGROU, *op. cit.*),

soutient l'architecte Raphaëlle Hondelatte. Beaucoup d'architectes qui travaillent sur l'habitat économique proposent d'utiliser les mêmes systèmes et les mêmes matériaux pour alléger le coût de l'habitat, sans que cela ne diminue sa qualité architecturale.

Les architectes Anne Lacaton et Jean-Philippe Vassal défendent le fait qu'un bâtiment qui consomme un minimum de matière pour offrir un maximum de volume à vivre est non seulement économique mais encore écologique. L'économie réalisée sur la quantité de matériaux permet d'augmenter la taille des volumes construits, pour se concentrer sur leur usage.

« On n'a pas vraiment de préférence dans les matériaux. Ce qui nous importe c'est d'en mettre le moins possible. Notre recherche permanente tend à économiser les mètres cube de matière pour réaliser le maximum d'air et d'espace à vivre pour l'habitant. Ce qui nous importe, c'est de fabriquer des planchers pour développer de l'usage »
(*Ibid.*).

Pour soutenir cette idée auprès des maîtres d'ouvrage, ils utilisent l'argument de l'économie.

*« Tout au long des projets, nous veillons à tenir tous les termes de nos objectifs et constatons que les divers intervenants nous poussent toujours à surajouter de la matière. Nous utilisons l'indicateur économie pour arbitrer et juger de la nécessité de ce qui excède. Aussi les normes incitent-elles à la consommation de matériaux, à l'ajout d'installations, à la complexification gratuite, alors qu'un bâtiment « écologique », comme il en est défendu partout, devrait contenir le moins de matière possible ! » (ANNE LACATON, JEAN-PHILIPPE VASSAL, *op. cit.*)*

Le rapport poids/matière et l'efficacité du matériau est important dans l'économie de matière. Ces dernières années, une recherche a été réalisée pour créer de nouveaux matériaux plus légers, plus performants que les matériaux traditionnels. Polymères, composites, textiles sont de plus en plus utilisés dans la construction en raison de ces caractéristiques. L'agence Lipsky-Rollet utilise, entre autres, le polycarbonate dans la plupart de ses projets. C'est un matériau qui offre la transparence du verre sans les désavantages de son poids et de sa fragilité. Ils utilisent également le métal pour ses qualités de franchissement ainsi que l'aluminium pour sa durabilité dans le temps. Ils mettent en œuvre la matière de manière à ne l'utiliser qu'à la juste place dans l'édifice et limitant sa quantité tout en considérant sa durabilité.

Maison Latapie (TONKA, SENS, 1994, ANNE LACATON, JEAN-PHILIPPE VASSAL, [s.d.])

Pour la maison Latapie, bâtie à Floirac en 1993, l'objectif était d'offrir un habitat vaste, lumineux, souple dans ses usages avec une enveloppe budgétaire très faible. La stratégie a été d'utiliser le moins de matière pour proposer le plus de volume avec le même budget à la base. Les solutions sont inspirées des édifices agricoles, industriels ou commerciaux. *« Les outils (matériaux) ne sont pas fondamentaux. La réalité de la maison Latapie, c'était d'offrir 180 m², un climat, une ambiance thermique particulière, une relation avec le jardin, dans une enveloppe budgétaire très faible. A partir de là, on a cherché les outils qui permettent de fabriquer une liberté de vie dans l'espace, tellement plus importante que les matériaux eux-mêmes, utilisés de manière pragmatique, radicale, économique et efficace, tout en garantissant une pérennité. C'est dans les zones artisanales et industrielles que nous avons trouvé des réponses pour utiliser le moins de matière afin de proposer le plus de volume. »*¹ Pour cela les architectes ont dissocié une grande enveloppe protectrice très économique et une caisse en bois isolée très simple, qui vient se placer en dessous. Cette maison est couverte en polycarbonate, transparent, côté jardin et en fibro-ciment, opaque, côté rue. Ces matériaux sont des produits industriels, très peu épais pour une portée importante, qui sont très économiques. Ils recouvrent une structure fine en acier composée de profils standard, dimensionnés pour une quantité de matière minimum. Cela permet de couvrir un maximum de volume avec un minimum de matière, pour pas cher.



Fig. 119 Maison Latapie, (Photo : Philippe Ruault) (Ibid.)

Optimiser les structures

Construire avec moins de matière, c'est aussi optimiser le dimensionnement des structures.

Arcs, Voûtes, Coupoles optimisés (STAGE ARCS, VOÛTES, COUPOLES, 2007)

Une des spécificités du travail de Serge Maïni, architecte français spécialiste des arcs voûtes et coupole en bloc de terre comprimé, exerçant en Inde, consiste à optimiser la quantité de matière utilisée pour la construction de voûtes en briques de terre comprimées. Le dessin des arcs, des voûtes et des dômes, est calculé avec justesse selon les chaînes de forces théoriques qui les traversent et qui obéissent aux lois de la physique. La production de briques est optimisée : leur taille diffère selon leur futur emplacement dans la structure. Cela demande d'accorder une place importante à la conception et à l'optimisation en amont du projet et d'avoir une connaissance parfaite des propriétés physiques du matériau utilisé, ainsi qu'une très bonne qualité d'exécution exigeant un savoir-faire important. Le contexte indien est bien différent du contexte français, notamment en ce qui concerne les coûts de main d'œuvre. Ce qui est possible dans un environnement socio-économique donné ne l'est pas dans un autre.

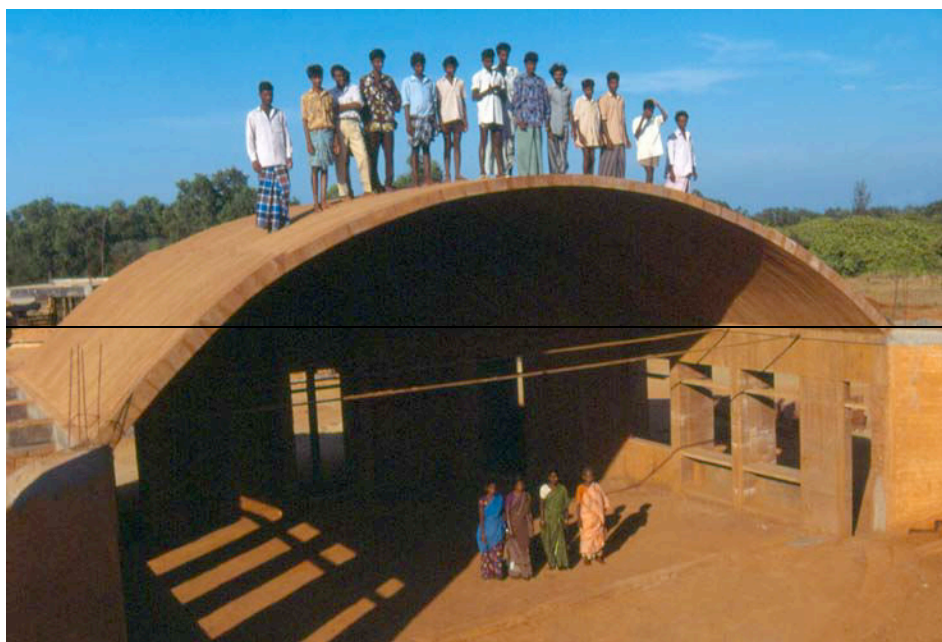


Fig. 120 Deepanam school, Inde (photo : Serge Maïni)

Philippe Samyn, ingénieur et architecte belge, travaille, dans ses projets, à alléger la construction en recherchant l'efficacité. Il pointe les effets de l'industrialisation des matériaux de construction et des logiciels de calcul de structures sur l'optimisation de l'utilisation de la matière dans les ouvrages. « *Présent depuis 20 ans sur la scène des grands projets internationaux, Philippe*

Samyn a bien connu le culte voué par le XX^e à l'efficacité fonctionnelle. Aujourd'hui que la matière devient précieuse, il critique une fin de siècle où « les structures se sont alourdies, une première fois à cause de l'industrie et une seconde fois par l'informatique ». La recherche du solide primait sur l'économie de la matière, un certain conformisme ne poussait pas l'ingénierie à optimiser son usage et puis « l'a priori était que la diminution de matière engendrait une augmentation du coût », puisqu'il fallait poursuivre les études.» (CONTAL, 2008b). Pour construire des structures plus légères, il crée lui-même ses outils de calcul, estimant que les logiciels « clés en main » ne sont pas suffisamment optimisés.

Structures tendues, suspendues, précontraintes, haubanées, structures en « coque », nouveaux textiles offrent des techniques et matériaux qui permettent d'optimiser la quantité de matière avec des structures efficaces. Utiliser moins de matière pour construire de plus grands volumes est une recherche qui a cependant des limites d'ordre technique. Si la structure mise en place pour économiser de la matière est complexe, elle risque de coûter plus cher que prévu. En effet, cela « *se complexifie au regard de la mise en œuvre de cette matière et de son coût. Il est parfois moins onéreux de construire avec plus de matière* » (ANNE LACATON, JEAN-PHILIPPE VASSAL, *op. cit.*). On peut se poser la question de la pertinence d'une optimisation trop poussée des structures en ce qui concerne l'habitat. Ces ouvrages, pour la plupart, n'ont pas une très grande portée, et ne requièrent donc pas de calculs de structure très poussés. Une limite à l'optimisation de la quantité de matière par les calculs réside dans le fait de convoquer des méthodes et des frais d'ingénierie inaccessibles au plus grand nombre. Une spécificité trop grande du projet, la création d'éléments de structure trop particuliers, qui peuvent par exemple demander la fabrication de moules créés spécialement pour un chantier, risquent d'alourdir le budget.

Limiter les chutes

L'utilisation de matériaux dans leurs plus grandes dimensions limite les pertes de matière. Dans l'industrie du luxe, on peut se permettre de n'utiliser qu'une partie infime de la matière pour une utilisation précise et de jeter le reste, mais cela a un coût. Dans un processus de fabrication qui cherche à économiser de la matière, le temps passé à éliminer la part de chute dans un assemblage est compensé par le gain de matière qui n'a pas été perdu. Tous les matériaux industrialisés ont des dimensions standard, ce qui facilite un dimensionnement et un calepinage du bâtiment pour éviter les chutes. C'est un moyen simple d'économiser des heures de découpe et de rentabiliser au mieux la quantité de matériaux mis en œuvre. L'utilisation de panneaux entiers (type plaques de plâtre ou OSB par exemple), dans leur plus grande dimension devient un principe de composition, notamment dans la construction à ossature bois, où les montants sont espacés de manière à ne pas devoir recouper l'isolant ou les panneaux en dimensions standard dans le commerce.

Des outils qui économisent la matière

L'utilisation de machines de découpe numérique permet de faciliter le travail des découpes et le calepinage de pièces, et ainsi limite la quantité de matière perdue. En amont, le calcul des structures optimise l'utilisation de la matière pour construire et place la matière à l'endroit précis où l'on en a besoin. La simulation du comportement mécanique des structures, rendu possible par l'utilisation de l'informatique, permet de le faire encore plus précisément. Utilisés pour accéder à une connaissance plus fine des interactions de la matière à l'échelle nanométrique⁹², les outils puissants dont on dispose aujourd'hui, pourraient être capables de s'adapter à l'hétérogénéité des éco-matériaux. Par la suite cela pourra servir à fabriquer des outils efficaces et plus intelligents qui s'adaptent aux caractéristiques de la matière ainsi qu'à l'élaboration des procédés novateurs de mise en œuvre limitant l'usage d'énergies non renouvelables et en favorisant les savoir-faire.

⁹² Le travail du laboratoire CRAterre-ENSAG sur la matière en grains avec le laboratoire Mateis Lyon, INSA, ont conduit à caractériser le rôle des argiles dans des éléments de construction, notamment dans le cadre de la réalisation de bétons moins énergétivores. (FONTAINE, ANGER, DOAT, ET AL., 2009)

Prendre en compte les caractéristiques de la matière pour la valoriser au mieux

La prise en compte des caractéristiques physiques, comme la souplesse et la légèreté pour le bois, limite l'utilisation de ressources à de la matière utile. L'institut du bois (IBois) à Lausanne, ainsi que l'ENSTIB à Nancy, poussent les architectes et les ingénieurs à travailler ensemble pour optimiser l'utilisation du bois en se basant sur une de ses particularités : son anisotropie. Ils travaillent sur la capacité du bois à être sollicité dans sa souplesse, modélisent numériquement les efforts et proposent des architectures novatrices et souples.

En Saône-et-Loire, le laboratoire LABOMAP de l'École des Arts et Métiers de Cluny, travaille aussi dans le sens de l'utilisation optimale de la matière en menant notamment des recherches sur le déroulage du bois. Cela offre dans un futur proche, le développement d'un contre-plaqué de bois d'épaisseur variable. Associé au travail sur des petites sections de bois, ces recherches aboutiront à l'élaboration de systèmes constructifs en bois massifs, utilisant la matière disponible sur le territoire : les bois de qualité secondaire ainsi que les bois de petite taille et de petite section, et le bois de peuplier.

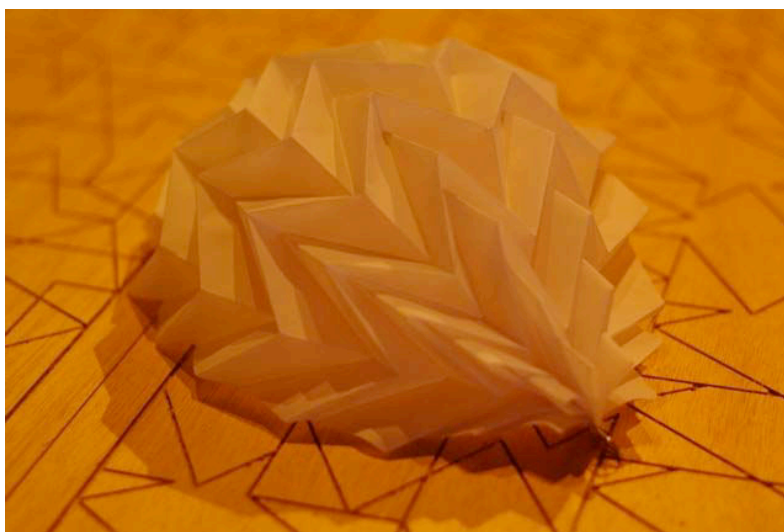


Fig. 121 Exposition Timber Project, à la Galerie Européenne de la Forêt et du Bois, Dompierre-les-Ormes, 71 (Photos : B. Cloquet, 2012)

2.4.6.2 **Emploi et réemploi de la matière afin d'éviter un gaspillage des ressources**

En établissant un parallèle au principe de sobriété énergétique, la première manière d'économiser des ressources en matières et matériaux serait de diminuer la consommation de matériaux neufs. À l'échelle de l'architecture, il s'agirait de ne pas détruire, a priori, le patrimoine bâti, mais de le réutiliser en l'adaptant aux besoins actuels. En Saône-et-Loire, ce patrimoine est composé de bâtiments divers, allant de vieilles fermes en pierre à des immeubles des années 1960, ou encore à des pavillons en périphérie des communes. À l'échelle du matériau, l'enjeu serait de concevoir une architecture qui n'utilise qu'une quantité adéquate de matières et matériaux neufs, et, lorsque cela est possible, de recycler les matériaux issus de la démolition des bâtiments.

« Les architectes Anne Lacaton et Jean-Philippe Vassal proposent de mettre un terme à l'actuelle politique qui consiste à démolir les grands ensembles construits dans l'après-guerre et à les remplacer par des immeubles neufs. Ils suggèrent au contraire de procéder à la réhabilitation des barres et des tours qui peuvent l'être et d'éviter un gaspillage inutile des ressources au moment où sévit une pénurie de logements dans le pays. De la même façon, les membres du groupe Rotor pensent aussi que la valorisation de l'existant est aujourd'hui une stratégie pertinente. L'originalité de leur démarche tient en ce qu'ils proposent pour leur part la réutilisation non pas d'édifices entiers, mais d'un certain nombre d'éléments qui les constituent, et notamment de leurs matériaux de construction. Ils s'efforcent de cette manière de prolonger leur vie, soit en les réemployant tels quels dans une nouvelle situation, soit en détournant leur fonction première et en les utilisant dans un tout autre contexte. » (BERGILEZ, GUYAUX, PATTEEUW, op. cit. , p.64-65)

Cette vision est défendue par Patrick Bouchain, qui soutient qu'il est plus écologique de réhabiliter l'existant que de démolir et reconstruire les bâtiments. Selon lui,

« Détruire du logement social est contraire à la norme HQE (Haute Qualité Environnementale), puisque celle-ci devrait exiger de ne plus consommer de matière et de consommer moins d'énergie. Détruire pour reconstruire avec une nouvelle matière au prétexte que l'on va construire mieux qu'avec la matière d'avant, c'est déjà ne pas avoir la vision globale de la HQE » (ZIMMERMANN, PAQUOT, 2008).

Détourner des bâtiments de leur usage pour en faire de l'habitat

Beaucoup d'architectes qui travaillent sur l'habitat économique détournent également des bâtiments à usage professionnel, déjà utilisés ou non. Containers métalliques, hangars agricoles, serres horticoles, ils puisent dans la production en série et dans les systèmes industriels pour rendre l'habitat économique. Il ne s'agit pas seulement de composants industriels assemblés, mais de produits complets.

Conteneurs ([s.d.], MAGROU, *op. cit.*)

Les conteneurs : produits en masse, solides, étanches et pérennes, ils s'accumulent dans les ports européens.

« Il en existe aujourd'hui plusieurs formats, (...), correspondant aux gabarits routiers. Ils peuvent être déclinés en fonction de diverses applications : réfrigérés, ventilés, déshumidifiés, sans toit, pliants... (...) Un conteneur d'occasion coûte de 1400 à 1700 euros (sur ebay par exemple), auxquels il faut ajouter le transport et le portage par la grue » (Ibid.).

La dimension des conteneurs, imposée par le transport routier, reste une contrainte. De plus, il est indispensable de les isoler et de les percer pour qu'ils soient habitables.

« Il faut isoler ces éléments, de préférence par l'extérieur pour ne pas perdre en surface intérieure, à cause de la conductivité thermique du métal », explique Raphaël Ménard. Il est possible d'assembler plusieurs conteneurs en les composant différemment, afin de créer des espaces d'habitation appropriés. « Les containers proposent une rationalité constructive et une certaine souplesse quant à leur assemblage. Leur structure autorise les percements sur les flancs, la possibilité de doubler longueur et largeur, alors qu'ils sont plus limités en hauteur. Les interstices résultant de leur addition permettent de faire passer des fluides » (Idem).



Fig. 122 Maison Container, architecte : C. Rannou (Ibid.)

Diverses réalisations d'habitat emploient ces conteneurs, de la maison individuelle, comme celle conçue par l'architecte Catherine Rannou en Bretagne, composée de trois conteneurs posés sur une terrasse de bois brut abrités par une charpente surélevée, au logement collectif, comme la résidence étudiante A'Dock au Havre, conçue par l'Atelier Cattani. Les cent logements de vingt-quatre mètres carré prennent place dans autant de conteneurs maritimes. L'ensemble a été construit en quelques mois pour le coût d'une résidence classique dont la construction dure deux ans. Une structure indépendante accueille les conteneurs et règle les problèmes de contreventement, de descente des charges, et de distribution.



Fig. 123 Logements étudiants en containers, Cattani Architects

Les conteneurs sont-ils un remède miracle ou une fausse bonne idée ? s'interroge Olivier Namias, à propos de cette résidence (NAMIAS, 2011e). Ces « boîtes » qui ressemblent à des « Algeco » ne risquent-elles pas de stigmatiser des populations qui devraient se contenter de simples conteneurs ? « *Il faut rester attentif au sens porté par le container, celui de la mondialisation... donc pas forcément positif* », selon l'architecte Catherine Rannou (MAGROU, *op. cit.*).

Une entreprise présente à Torcy, en Saône-et-Loire est spécialiste de l'aménagement des conteneurs en logements et développe son offre sous la marque Archihome ©



Fig. 124 Logements en containers « Archihome »

Réutiliser les bâtiments devenus inutilisables en carrières de matériaux et réserves d'éléments d'architecture

Dans son ouvrage, *La poubelle et l'architecte*, Jean-Marc Huygen déclare :

« Ainsi, les matériaux de réemploi sont de la matière obsolète qui trouve un nouvel usage, dans sa forme et sa mémoire, appliquant le principe de subsidiarité avant celui de complexité. C'est pour cela que le réemploi est plus économe que la récupération ou que le recyclage de matière. Lorsque les nouveaux objets issus du réemploi tomberont en désuétude (fin de la nouvelle vie du matériau réemployé), il convient que leur réemploi soit à nouveau possible » (HUYGEN, 2008, p.46).

Le principe d'économie de matière a toujours été présent dans l'histoire de la construction : l'utilisation des pierres du château ou des éléments de charpente de la grange en ruine pour la construction de nouvelles bâtisses fut un moyen d'économiser des ressources depuis des siècles. Des fermes en pierre ou en pisé du Charolais aux bâtiments industriels du Creusot, en passant par les immeubles construits dans les années 1960 de Mâcon, tous constituent de possibles espaces à rénover, mais aussi des carrières potentielles de matière première si la rénovation s'avérait trop complexe ou si le bâtiment était devenu inutile. La création des nouveaux édifices pourrait contenir une part non négligeable de matériaux recyclés. Le travail de l'architecte chinois Wang Shu en est un bel exemple. Pour la réalisation du musée historique de Ningbo, il récupère les matériaux de construction des vieux quartiers de la ville, rasés par un urbanisme dévastateur. *« Les belles tuiles et les pierres ont été soigneusement réutilisées, dans une architecture qui, comme tous les projets de Wang Shu, est fondée sur la quête d'une identité moderne pour la Chine qui ne nie pas sa propre civilisation » (CONTAL, 2007a).*

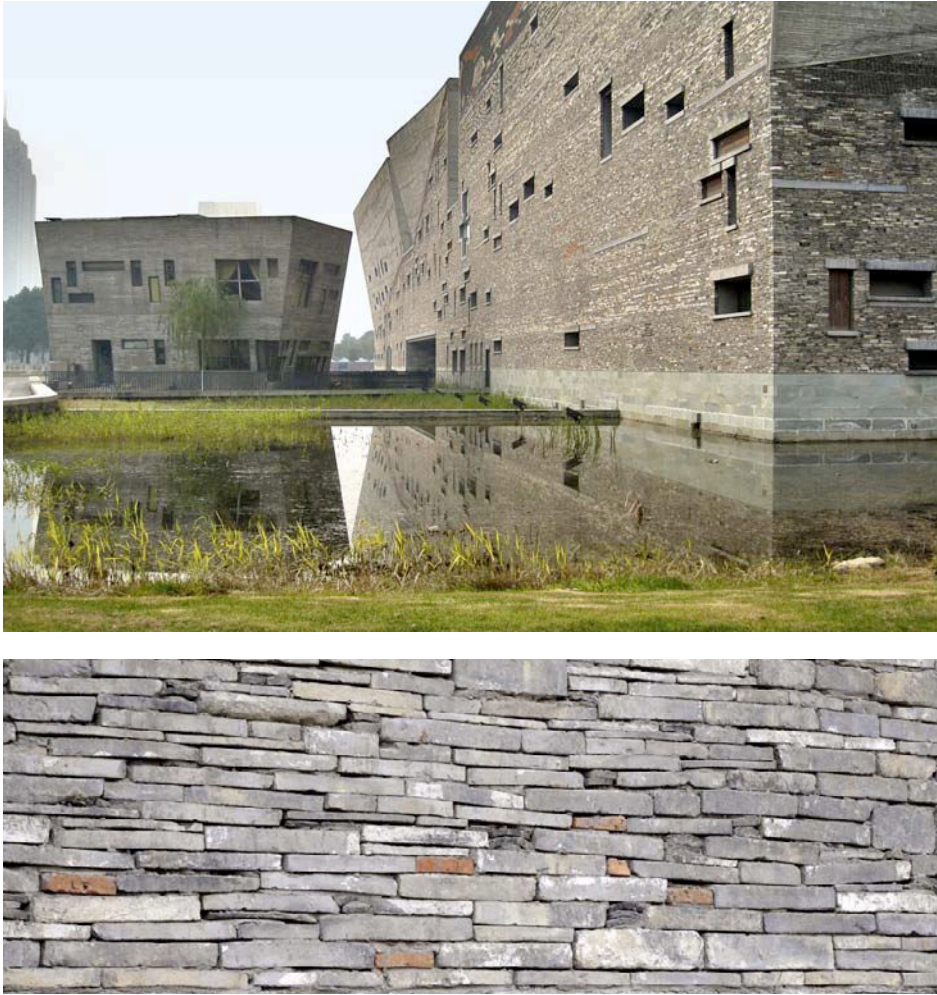


Fig. 125 Musée de Ningbo (Photos : M. Auzet, J. Goudy, 2012)

Si prescrire l'usage d'éléments qui n'appartiennent plus au circuit industriel classique de la construction, comme les produits de seconde main, est faisable dans le cadre de chantiers privés, cela s'avère très complexe dans les projets publics. Le collectif d'architectes « Rotor » l'explique :

« Aussi ingénieux soit-il, le concepteur qui recourt à ces solutions ne peut oublier qu'un fournisseur industriel lui livre davantage que le produit vendu : il fournit également les garanties de conformité et la couverture légale qui, pour certaines applications, comme l'architecture dans le domaine public, sont indispensables. »
(BERGILEZ, GUYAUX, PATTEUW, *op. cit.*, p.22)

Dans les marchés publics, les solutions d'élimination des déchets sont mentionnées en tant que critère environnemental. La notification de critères comme le démantèlement de l'ouvrage et la capacité à utiliser des matériaux à faible impact environnemental pourraient jouer un rôle important dans la gestion de la matière. Il s'agirait d'agir en faveur de matériaux qui utilisent très peu d'énergie, non seulement pour leur fabrication, mais aussi grâce à leur capacité à être réutilisés et à pouvoir retourner dans le cycle naturel.

Pour généraliser la réutilisation des éléments de construction, cela demande beaucoup de main d'œuvre pour démonter, trier, et des lieux de stockage importants. Pour développer le réemploi d'éléments de construction et le rendre accessible plus largement, le démontage et le stockage de ces éléments doivent se faire à une échelle adaptée, communale par exemple, grâce à un système de ressourcerie de matériaux de construction. C'est ce qu'a développé le collectif d'architectes belges « Rotor » (BERGILEZ, GUYAUX, PATTEEUW, *op. cit.*), spécialiste de la récupération de matériaux. Son activité principale est de concevoir des architectures, du mobilier, des objets avec des éléments récupérés. Pour rendre cela possible, il dispose d'un lieu où stocker des matériaux récupérés. Sur un autre continent, aux États-Unis, la culture de la maison ossature bois facilite le travail de démontage des structures afin d'en récupérer les éléments constructifs. Dans le même ordre d'idée, une entreprise de réinsertion, le « ReBuilding Center » (THE REBUILDING CENTER, [s.d.]), tient lieu de ressourcerie de matériaux de construction pour les habitants et les architectes de la ville. Avant l'intervention des démolisseurs, les salariés de l'entreprise démontent et remettent en état le maximum d'éléments récupérables. Tous les clous et vis sont retirés des pièces de bois. Ces éléments sont ensuite enregistrés dans un catalogue. Un travail de classement est indispensable pour que des professionnels puissent avoir facilement accès aux matériaux récupérés : poutres, fenêtres, etc. Le matériau bois garantit une facilité de démontage des structures.

Vers une liste de matériaux comme une liste d'ingrédients ?

Une proposition du collectif Rotor, serait d'établir un document qui décrirait tout ce qui compose la construction. Il servirait à transmettre des informations aux futurs utilisateurs ainsi qu'à ceux qui auront la charge de transformer ou démolir le bâtiment. La composition détaillée est indiquée sur tous les produits alimentaires. Il serait aussi intéressant de communiquer la composition d'une paroi. Au moment de la démolition, cela faciliterait un éventuel travail de récupération de matériaux, et la prévention de risques liés à des produits toxiques. En rénovation, le passé des travaux et les ajouts successifs ne sont pas connus, et cela peut poser problème. L'intervention coûteuse d'experts pour constituer un document (Dossier Technique Amiante) (CSTB, [s.d.]) attestant de la présence ou non d'amiante dans les bâtiments est obligatoire aujourd'hui. Mais, il ne concerne qu'un seul matériau, et la description de la composition de chaque construction existante est irréaliste et coûteuse.

Cette proposition pourrait être intéressante pour le neuf, mais à l'usage, cela pose de multiples problèmes. Il faudrait que chaque nouvelle construction dispose d'un carnet d'entretien délivré à chaque nouveau propriétaire. Dans un parc captif de logements comme celui de bailleurs sociaux, cela semble aisé de notifier les travaux et matériaux ajoutés, mais peu aisé dans le parc privé, ou le parc en accession à la propriété. Ce dispositif est donc séduisant mais pourrait entraîner de la confusion si le système mis en place est trop complexe.

Détourner des matériaux de leur usage habituel

D'autres matériaux ou éléments constructifs économiques peuvent être détournés de leur usage originel et devenir des composants de l'habitat, afin d'en réduire le coût. Palettes, sacs de sable, conteneurs, pneus, bouteilles, etc., le recyclage stimule l'imagination de nombreux architectes. Des matériaux considérés comme des déchets, comme les bois de côtés ou les bois de qualité secondaire, sont peu valorisés donc peu chers, alors qu'ils sont utilisables pour la construction.

Le Rural Studio et la réutilisation (DEAN, HURSLEY, CHUA, ET AL., 2002, RURAL STUDIO, [s.d.])

Le Rural Studio utilise, quant à lui, des produits issus de l'industrie, comme des chutes de moquette ou des ballots de carton ondulé usagé.



Fig. 126 Corrugated Cardboard Pod, (Photo : Timothy Hursley)



Fig. 127 Carpet House, (Photo : Timothy Hursley)

Le recyclage ne peut cependant pas être développé pour une grande quantité de constructions. Si un produit considéré comme un déchet est demandé en grande quantité, sa valeur augmentera et son statut changera. Le recyclage s'effectue selon les matériaux disponibles et utilisables à un endroit donné.

Des isolants industriels locaux et responsables : une piste d'organisation

A Saint Marcel (71), une usine fabrique un isolant à partir de fibres recyclées issues de vêtements usagés. Cette usine est membre d'un réseau d'insertion de personnes en situation d'exclusion, Emmaüs France (LE RELAIS). Les profits réalisés par l'entreprise sont réinvestis dans la création d'emplois locaux qui favorisent l'insertion de femmes et d'hommes répondant ainsi aux enjeux d'un développement social, environnemental et économique durable. Lucie Contet (CONTET, 2011), invitée aux assises nationales de l'énergie grise, pointait le manque de la dimension sociale dans les fiches FDES⁹³, l'un des trois piliers du développement durable selon le schéma « social, environnemental, économique ».

Une autre usine, installée à Chalon-sur-Saône, produit de la laine de verre, un isolant qui utilise principalement du verre recyclé (ISOVER SAINT-GOBAIN, [s.d.]). Ces deux isolants sont intéressants car ils recyclent des déchets sans entamer les ressources naturelles, participant ainsi au recyclage de matières issues de produits industrialisés, vêtements pour l'une, et de produits en verre pour l'autre. De plus elles participent au développement local du territoire, en y amenant de l'emploi et des richesses qui participent à l'économie locale. Mais à moyen et long terme seront-elles toujours pertinentes ? L'impact énergie grise de ces deux techniques n'est pas négligeable face à des matériaux renouvelables biosourcés.⁹⁴ Le développement de ces matériaux est dépendant essentiellement de la croissance de la consommation de bouteilles et de produits en verre et de vêtements. Dans le cadre de l'isolation d'un habitat écoresponsable, l'isolant Métisse® qui aide à la réinsertion des personnes a un avantage mais son coût au mètre carré est plus élevé que la laine de verre équivalente. La ouate de cellulose⁹⁵ est, par contre, une alternative intéressante.

⁹³ Fiches de déclaration environnementales et sanitaire

⁹⁴ Selon les fiches FDES, l'énergie non renouvelable dépensée pour la fabrication de panneau de laine de verre Isover Cleantec 25 mm sur la durée de vie totale est de 7,72^E01 (MJ), supérieure à la laine de bois FibraFutura CB 25mm de 4,84^E-02 (MJ). Pour l'isolant Métisse de 100 mm on trouve 9,200^E1 (MJ) comparé aux 9,100^E1 d'une laine de chanvre Isover Flarapan de 100mm. Dans le point 17 du FAQ du site www.inies.fr (consulté le 10/10/2011), il est mentionné que le stockage de CO² par les matériaux biosourcés n'est pas encore pris en compte dans le calcul à la date du 07/09/11, les laines de bois et de chanvre, issues des matériaux biosourcés, seront, une fois ce critère pris en compte largement avantageux.

⁹⁵ Alain Lamalle, artisan membre du réseau écosyn, à Écuise, est un des pionniers dans l'utilisation de la ouate de cellulose.

Un recyclage des ressources minérales

Le schéma départemental des carrières 71 (DRIRE BOURGOGNE, *op. cit.*), pointe que les futures interdictions et fins d'exploitation des carrières se trouvant en lit mineur et majeur de rivières⁹⁶, provoquera un intérêt pour les matériaux recyclés, comme les terres de terrassements, propices à la fabrication de constructions en terre, ou les bétons et asphaltes des routes, les boues de traitement de certaines carrières, des déchets d'industrie. Par le passé les scories issues de la fabrication du charbon furent utilisées pour construire en pisé de mâchefer. Un matériau utilisé très fréquemment mais très énergétivore pourrait être recyclé : le béton de ciment. Ceci permettrait de remplacer la grande quantité de granulats nécessaire à la production de béton par des gravats de béton ancien re-concassés. À Genève, afin de pérenniser le tissu économique local et d'optimiser l'utilisation des ressources, le béton dit « de site » est obligatoire. L'enjeu a été de comprendre le métabolisme de la région afin de détecter les potentiels de symbiose industrielle entre les industries du béton : le déchet des uns devenant la ressource pour l'autre. Il s'agit là d'économie circulaire (MASSARD, 2010) répondant à une logique d'écologie industrielle qui étudie les flux de matières utilisés par les industries (énergie et matériaux), dans le but de les insérer dans un écosystème industriel mais qui, une fois toutes les possibilités de traitement de la matière épuisées, la renverrait *in fine* dans le cycle naturel.

Malgré les solutions pour faire recycler les déchets inertes issus du monde du BTP (Bâtiment et Travaux Publics), une majorité d'entre eux finissent encore en centre d'enfouissement et sont peu valorisés⁹⁷. Pourtant, au niveau départemental (71), il existe un plan de gestion des déchets du BTP qui indique que l'objectif principal des centres de traitement des déchets est la valorisation et non la création de décharges, allant dans le sens d'un recyclage de matière. L'essentiel n'est-il pas de toujours concevoir en accordant une attention dès le départ au cycle de vie du bâtiment et à la quantité de déchets issus du BTP ? Le combat en faveur de la diminution de ces déchets se trouve, en effet, à la source. Il s'agit de favoriser une conception de l'ouvrage qui ouvre une large place aux matériaux 100% recyclables, réutilisables. La deuxième piste mentionnée dans le plan de gestion des déchets est celle de la déconstruction face la démolition dans le but de créer des lots de déchets homogènes permettant une valorisation maximale. Certains matériaux sont plus propices à retourner rapidement dans le cycle naturel que d'autres. La difficulté de recyclage se complexifie quand les matériaux sont collés les uns aux autres (plâtre/brique etc.). Mais certains matériaux ont une capacité à ne générer que très peu de déchets.

Parmi ceux-ci, la terre, mise en œuvre en pisé par exemple, n'est en réalité qu'un compactage de matière première. Cette matière est donc prête à être démontée. Elle ne demande que de la main d'œuvre et ne demande aucun ajout supplémentaire de matière pour en fabriquer de nouveau à partir de sa démolition, contrairement au béton de ciment, même « de site », qui aura toujours besoin de nouveau liant dans le nouveau mélange.

⁹⁶ lit mineur correspond au lit courant de la rivière alors que le lit majeur correspond aux crues.

⁹⁷ 90% des déchets inertes de matériaux de construction finissent en centre d'enfouissement
<http://www.arecpc.com/artisan/dechet/inerte.html>

2.4.7 Autoconstruire, autofinir, autoréhabiliter

2.4.7.1 Un temps disponible qui pourrait être valorisé par un apport en travail pour l'habitat

Aujourd'hui le contexte socio-économique est marqué par le chômage, l'allongement de la durée de la vie, le temps de travail réduit. Cela libère du temps, en particulier pour les personnes chômeurs de longue durée, travailleurs précaires ou contraints au sous-emploi, donc avec de faibles revenus. Selon Christophe Catsaros :

« Notre époque se caractérise par un excédent chronique, quasi structurel, de ressources humaines. A toute une partie de la population, le temps ne manque pas. Proposer à ceux qui en ont et ne savent pas quoi en faire, de bâtir (...), est un principe de bon sens visant à se servir d'une ressource précieuse mais gaspillée » (SOULEZ, op. cit.).

Dans un tel contexte socioprofessionnel, ce temps libre pourrait être employé pour accéder à l'habitat. Il est possible de remplacer une partie de l'apport monétaire pour l'accès à un logement par un apport travail qui se substituerait à une partie du travail rémunéré nécessaire à la production de l'habitat. Cet apport travail peut intervenir à différentes étapes du processus de production de l'habitat. On parle d'autopromotion lorsque les habitants font eux-mêmes le travail habituellement réalisé par le promoteur. Il s'agit d'autoconstruction, d'autofinition, d'autoréhabilitation lorsque les habitants réalisent eux-mêmes tout ou partie du travail des entreprises, économisant ainsi une partie des coûts de main d'œuvre. Les habitants peuvent également gérer eux-mêmes leur habitat collectivement une fois celui-ci construit. *« C'est là tout le sens de l'apport travail : il permet au plus démuné d'apporter dès le début du processus d'acquisition une valeur ajoutée à sa réalisation ; c'est l'équivalent de l'apport personnel dans un schéma d'acquisition classique »*, note Christophe Catsaros.

2.4.7.2 L'autoconstruction assistée, totale ou partielle du logement peut permettre à des personnes à faible revenu d'accéder à un logement de qualité

L'autoconstruction, source d'économie...

Dans le cadre de l'autoconstruction, l'apport en travail remplace une partie du coût de main d'œuvre des entreprises, qui habituellement représente environ 40% (THORNTON, *op. cit.*) du coût de construction. L'autoconstruction peut donc permettre à des familles n'ayant que très peu de moyens pour se loger, de limiter l'apport financier pour la construction du logement. Selon Bruno Parasote (PARASOTE, 2011, p.179)⁹⁸, jusqu'à 25% des coûts de construction peuvent être économisés grâce à l'autoconstruction. L'exemple de l'opération menée par le collectif SUSI⁹⁹ à Freiburg-am-Brisgau, par exemple, démontre qu'il est possible d'aboutir à un coût d'achat du logement très bas, grâce à l'apport travail des futurs propriétaires. Pour ce projet, chaque habitant avait à exécuter un quota d'heures de travail manuel pour bénéficier d'un logement. Selon un couple d'autoconstructeurs de Saône-et-Loire interrogé, « *en général quand c'est une entreprise, il y a un tiers du coût en matériaux, un tiers en charges, un tiers en main d'œuvre. En autoconstruction, on fait baisser le coût. Pour notre maison, je pense qu'on est à environ un tiers économisé* » (C. CANEDI, F. CANEDI, 2010).

... mais aussi d'implication de l'habitant dans son lieu de vie

L'investissement nécessaire en temps et en travail est important. Différents degrés d'implication de l'habitant sont possibles, selon son temps disponible, ses connaissances dans la construction, sa motivation, ses moyens financiers, allant de la simple autofinition (peinture, voire carrelage), jusqu'à une autoconstruction complète. Déjà en réalisant des postes accessibles pour des non-professionnels, on peut économiser une partie du coût de main d'œuvre et obtenir un logement à coûts maîtrisés habitable rapidement. Une autoconstruction plus poussée implique une réelle envie de faire soi-même car le travail de construction peut s'avérer long et difficile.

⁹⁸ ingénieur-urbaniste, président d'Eco Quartier Strasbourg, maître d'ouvrage du 1er bâtiment de France en autopromotion, et auteur du livre « Autopromotion, Habitat Groupé, écologie et liens sociaux »

⁹⁹ Le collectif S.U.S.I (Selbstorganisierte Unabhängige Siedlungsinitiative ou initiative de logement autogérée et indépendante) a racheté d'anciennes casernes pour y créer des logements. Au final les coûts d'achat ont été de l'ordre de 500 euros/m² (PARASOTE, 2011, p.179)

Les travaux de réhabilitation ont fait appel pour une large part à l'auto-construction : les statuts de l'association prévoient que les futurs habitants, membres du SUSI, s'engagent par l'intermédiaire de leur bail à fournir un minima de 105 heures de travail bénévole sur une période de 3 années (CERDD, 2008a)

Maison Grange (DARMON, *op. cit.* , p.16-23, DUCA, 2006)

L'exemple de la « Maison-grange », réalisée par l'architecte Jean-Baptiste Barache en Normandie, illustre un degré élevé d'autoconstruction. Pour ce projet de maison de vacances, afin de rentrer dans un budget très serré, l'architecte a presque entièrement auto-construit sa maison, réduisant à une part minimale les coûts de main d'œuvre. Des professionnels ont réalisé les fondations et mis en place les quatre fermes principales en lamellé-collé. Le futur habitant a réalisé tout le reste.



Fig. 128 Maison grange, architecte : Jean-Baptiste Barache (Photo : Jean-Baptiste Barache)

Un cadre à mettre en place pour permettre aux plus démunis d'auto-construire

L'investissement en temps de travail n'étant pas valorisé, l'accès à l'autoconstruction pour une personne sans emploi n'est pas aisé. Il faut qu'elle dispose de suffisamment de ressources pour entamer des travaux. Pour un travailleur, cela implique de passer tout son temps libre, week-ends et vacances, sur son chantier, donc un investissement en temps important. Certains arrivent à s'arrêter de travailler pendant un an, car ils ont pu économiser suffisamment pour pouvoir construire leur habitat. Cela n'est pas possible pour tout le monde. L'autoconstruction s'adresse donc, a priori, à des personnes ayant déjà des moyens équivalents à ceux nécessaires pour acquérir un logement à tarif faible, mais qui ne disposent pas forcément de suffisamment de moyens pour construire de manière « classique », c'est-à-dire avec le concours d'un architecte, ou d'un constructeur de maison individuelle. Elle s'adresse essentiellement à ceux qui, soit par volonté de faire soi-même, soit par nécessité, souhaitent participer à la construction de leur logement et ainsi réduire leur apport monétaire.

Pour élargir la démarche de l'apport-travail à une population bénéficiant de plus faibles revenus, d'autres cadres pourraient être imaginés. On peut, comme le fait l'architecte Patrick Bouchain, se poser la question de la valorisation de l'apport travail de la part de l'habitant dans l'accession à son logement. « *En contrecoup (du mouvement Castor), des mouvements communistes ont lutté contre, à juste titre. En plus de leur temps de travail, qui était de 45 heures, ils passaient pendant 5 ans, tous leurs loisirs, tous leurs dimanches, toutes leurs vacances à construire leurs maisons. Alors que c'est à l'État de construire* » (BOUCHAIN, JULIENNE, WALDSCHMIDT, 2010), après ce rappel Patrick Bouchain propose de donner une valeur argent à cet apport-travail :

« Un peu comme pour les RTT, l'habitant doit pouvoir récupérer le fruit de son investissement, en argent ou en temps. Prenons l'exemple de quelqu'un qui aura passé vingt ans à transformer une structure nue en lieu d'habitation. Il aura versé, en plus de son travail, une somme mensuelle inférieure à celle d'un loyer HLM actuel. Au bout d'une période donnée il aura acquis le droit d'y habiter sans avoir à payer de loyer. Il doit pouvoir céder ce droit à ses enfants. S'il décide de quitter l'appartement, il recevra une somme proportionnelle à la valeur de ce qu'il aura créé » (SOULEZ, op. cit.).

Les exemples des projets de type « *Community building* », ou « Compagnons bâtisseurs » montrent qu'il est possible, par l'autoconstruction, de permettre à des gens à faible revenu, voire en insertion, de devenir propriétaires. Cela est rendu possible par la mise en place d'un cadre qui rend l'autoconstruction accessible à ces personnes.

Community Self Build Agency (COMMUNITY SELF BUILD AGENCY, 2011, MAURY, 2011c)

À Londres et dans toute la Grande Bretagne, l'O.N.G. "Community Self Build Agency" a pour objectif d'améliorer l'accès au logement par l'autoconstruction. Son action s'oriente plus particulièrement vers des publics en grande difficulté sociale. La CSBA propose aux candidats d'intégrer des « Community Self Build », c'est-à-dire de petites communautés d'autoconstruction, en vue de réaliser eux-mêmes leurs logements au sein d'un groupe qui pourra mutualiser ses ressources. Chaque participant contribue à hauteur du même nombre d'heures de travail non rémunéré par semaine. Une formation est intégrée. En participant à la conception et à la construction de leurs logements, les autoconstructeurs bénéficient d'un logement en location, accession à la propriété ou accession coopérative, qui correspond à leurs revenus. De plus, ils acquièrent

des compétences et une expérience qui pourront constituer un plus pour leur vie professionnelle, leur permet de restaurer leur confiance en eux et de prendre conscience de tout leur potentiel. « *L'autoconstruction sociale accompagnée est à la fois une manière d'impliquer activement des habitants dans le renouvellement de l'offre de logements sociaux et d'élever entre eux le niveau de coopération et d'auto-gouvernement, afin de faire société.* » (Yann Maury)

Des freins au développement de l'autoconstruction

La part de technique croissante de la construction en France rend de plus en plus complexe l'autoconstruction. Christophe Galy de l'OPAC 71 observe :

« En Afrique, chacun autoconstruit sa maison, il n'y a aucun investissement à long terme. La maison est évolutive en fonction de la famille, elle n'a pas de coût monétaire. En France, le logement s'est énormément technicisé, il n'est plus possible d'autoconstruire, cela a amené à l'endettement » Il ajoute : *« Lorsqu'on construit pour soi-même, on peut utiliser de la paille par exemple car on n'est pas obligé de suivre de règlements. Mais dans le secteur locatif, ces règlements sont une chape de plomb. »* (BELLEVAT, GALY, FRANÇOIS, ET AL., *op. cit.*)

L'obligation de se plier aux normes rend très complexe l'intégration d'une part d'autoconstruction dans le logement social. Le principal frein au développement de l'autoconstruction, plusieurs des personnes interrogées le soulignent, est la question de l'assurance.

« Quand on veut faire de l'autoconstruction en France, les systèmes de financement, les systèmes assurantiels, les systèmes de garanties professionnelles, etc., tout cela est vraiment enchaîné. (...) Je suis très sceptique, globalement, sur la possibilité, aujourd'hui en France, en l'état de la législation et des systèmes concurrentiels, sur l'autoconstruction » (GRUET, *op. cit.*),

déplore Stéphane Gruet.

Bruno Parasote quant à lui explique :

« Dans un chantier mené par des entreprises, les éléments de structure, clos et couvert ne peuvent réellement faire l'objet d'autoconstruction sans perdre les garanties sur les ouvrages. Il faut en effet prêter

attention à ce qu'exige le Code de la Construction et notamment l'assurance Dommage Ouvrage (DO), obligatoire pour l'habitat collectif. Elle garantit les familles en cas d'incident ou de malfaçon sur la structure et la couverture pendant les dix années suivant la construction. Outre ces obligations réglementaires, il faut veiller aux demandes des co-financeurs du projet : garanties par bureau de contrôle, factures d'entreprises acquittées, etc. Ces documents ne peuvent être produits en autoconstruction » (PARASOTE, op. cit. , p.178).

La responsabilité de l'architecte, seul « Homme de l'art » dans le cadre de l'autoconstruction est engagée, ce qui dissuade la plupart d'entre eux de se lancer dans la phase chantier de ce type de projet. Marc Dauber témoigne :

« Évidemment, en tant qu'architecte, on ne peut pas puisqu'on assure. Il faudrait peut-être qu'on trouve un système d'assurance où tu assures par exemple le clos couvert. Alors qu'avec l'assurance courante, soit tu assures la conception, soit tu assures la conception et le chantier. Ce sont les missions que l'on déclare à l'assurance. Il faudrait voir jusqu'où on peut aller » (DAUBER, op. cit.).

2.4.7.3 L'autofinition, une version allégée de l'autoconstruction

Livrer des logements avec des finitions minimales, prêts à finir, voire sans cloisonnement est une manière de diminuer le coût du logement en permettant à l'habitant de réaliser lui-même les finitions, à plus ou moins long terme. Les participants d'*Housing Platform* remarquent que les logements sont livrés beaucoup plus finis en France qu'en Belgique ou aux Pays-Bas. Ils interprètent cela comme l'un des facteurs conduisant à ce que le logement social coûte moins cher dans ces pays pour une meilleure qualité.

« Aujourd'hui les promoteurs imposent des choix qui s'expliquent par des raisons budgétaires (le moins cher possible), commerciales (« ne déplaire à personne, quitte à ne jamais plaire ») et réglementaires (lorsqu'un promoteur vend les logements avant leur construction, en VEFA¹⁰⁰, les logements doivent obligatoirement avoir un minimum d'équipements). Mais les prestations que ces choix impliquent représentent un coût significatif, alors même qu'elles ne plaisent à personne et sont souvent remplacées dès que possible par les occupants » (PAVILLON DE L'ARSENAL, op. cit. , p.25).

¹⁰⁰ V.E.F.A. : Vente en Etat Futur d'Achèvement

Cependant la qualité des prestations des artisans en France n'est pas toujours suffisante pour permettre une livraison brute. « *La livraison en brut oblige les entreprises à réaliser de meilleures finitions. Sols plastiques et papiers peints sont en effet souvent des cache-misères des prestations médiocres. Paradoxalement, la livraison brute peut se révéler plus chère* » (Idem). Malgré cela, Anne Lacaton et Jean-Philippe Vassal, qui ont utilisé cette stratégie dans beaucoup de leurs projets d'habitat, ont réussi à produire un habitat plus grand pour le même prix. L'espace ne serait pas le poste onéreux des logements, selon eux, contrairement aux détails de finition que les habitants sont de toute façon heureux de modifier une fois installés (SABBAH, op. cit.).

Anne Lacaton et Jean-Philippe Vassal pour la Cité manifeste à Mulhouse proposent des logements livrés bruts, « prêts à finir ». L'habitant peut se charger à plus ou moins long terme des finitions, selon ses goûts et son budget, ou laisser le logement tel quel. Grâce à cette économie, pour le même prix que le logement social ordinaire, ce projet offre des logements beaucoup plus vastes.

Les finitions peuvent être faites plus tard, au fur et à mesure, et ainsi permettre d'étaler les dépenses dans le temps. Mais elles peuvent aussi ne jamais être faites, lorsque la finition brute convient aux occupants. Les cloisons peuvent être installées lorsque les habitants en éprouvent le besoin, à la naissance d'un enfant par exemple.

Némausus à Nîmes (FAYOLLE, VOUREC'H, NATALI, 1990)

L'architecte Jean Nouvel a lui aussi tenté ce pari avec une opération de logement social à Saint Ouen et le projet Némausus à Nîmes. Bien que les objectifs de prix n'aient pas été complètement atteints dans ces projets, la finition minimum a participé à offrir des surfaces de 30 à 50% supérieures aux normes du logement social. La disposition en loft et les finitions brutes ne sont pas toujours bien acceptées par les habitants, peu habitués à vivre dans de tels espaces. Mais l'expérience a néanmoins été riche et l'appropriation des appartements s'est faite de manières très diverses.

2.4.7.4 L'autoamélioration et l'autoréhabilitation de l'habitat

Ce qui est valable pour l'autoconstruction et l'autofinition l'est aussi pour l'autoamélioration de l'habitat ou l'autoréhabilitation : l'apport travail remplace une partie de l'apport financier. Ces termes concernent la rénovation de bâtiments existants. Pour l'autoamélioration, il s'agit pour l'habitant d'agir sur son habitat pour en améliorer la qualité et le confort, en particulier pour les habitants touchés par les questions de précarité énergétique. Dans le cadre de l'autoréhabilitation, les futurs habitants réhabilitent un bâtiment, à usage d'habitat ou autre, pour y réaliser un habitat qui leur convient.

Expérimentation « Eco-Habitat » de la Fondation de France (FONDATION DE FRANCE, 2010, JANNOT, ALRIQ, GILLET, *op. cit.*)

L'objectif de ce projet est d'améliorer la qualité de vie et le confort des ménages à faibles revenus et de réduire leurs dépenses liées au logement, en agissant notamment sur la précarité énergétique. Les questions suivantes ont été identifiées :

« - Est-il possible d'envisager à l'heure actuelle que des familles puissent bénéficier de matériaux écologiques (recyclables, isolants, faciles à placer ainsi que des systèmes d'économie d'énergie performants...) pour une réhabilitation de logements dégradés ou très dégradés qui garantira une réduction des charges conséquente ainsi que la qualité d'occupation (qualité de l'air, résistance des matériaux, etc.) ?

- Pourrait-on imaginer des filières de construction courtes (techniques et matériaux produits localement) afin de promouvoir l'emploi de proximité et ainsi limiter les effets négatifs du transport de matériaux, (économiques, écologiques) et participer au développement des territoires ?

Quels dispositifs d'accompagnement faut-il imaginer et privilégier pour garantir la participation des habitants dans la conception du projet et l'entretien des habitats, la durabilité des aménagements réalisés et soutenir les indispensables adaptations des comportements des habitants ? ».

La Fondation de France a fait un appel à projets en ce sens. Elle sélectionnera et soutiendra des projets qui participeront à une expérimentation d'éco-réhabilitation, d'habitat groupé ou semi-groupé à caractère social, touchant des ménages à faibles ou très faibles revenus et impliquant les bénéficiaires. Cette initiative semble une alternative intéressante aux opérations classiques d'amélioration de l'habitat qui ne touchent pas suffisamment de ménages, faute de moyens suffisants. Impliquer les habitants est un bon moyen de minimiser ces coûts, et de garantir une durabilité des interventions.

Dans le cas de locataires qui amélioreraient leur habitat, le travail fourni est perdu une fois le logement quitté. Les travaux effectués ne sont pas reconnus comme apport à la valeur initiale du logement, et souvent pas accepté dans le secteur locatif. On pourrait imaginer que la valeur estimée de ce travail soit déduite du loyer.

« Pourquoi le logement ne prendrait-il pas en compte les rénovations faites par les habitants ? (...) Cela peut se faire en rétribuant la contribution à l'aménagement. Celui qui aura participé à la construction de son logement sera dédommagé, s'il le quitte, en fonction du travail qu'il aura fourni. Ce chiffrage peut prendre la forme d'un état des lieux inversé, sensé évaluer non plus l'usure mais l'apport de l'occupant. Il est important d'inciter des interventions de qualité en les évaluant selon des critères objectifs. La compensation doit être indexée sur le coût de l'aménagement » (SOULEZ, op. cit.),

propose le journaliste Christophe Catsaros.

2.4.7.5 Adapter le processus de production du logement à l'autoconstruction et aux autoconstructeurs

Conception et documents d'exécution adaptés à l'auto-construction

Dans le cadre de l'autoconstruction, l'architecte peut jouer un rôle important d'assistance, un peu nouveau par rapport à ses missions classiques. En effet, sa vision globale du projet et sa capacité à s'adapter à un contexte particulier peuvent constituer des apports non négligeables aux projets d'autoconstruction. En plus de concevoir un habitat qui correspondra au mieux aux besoins et au budget de ses clients sur le site choisi, il pourra optimiser cette conception pour l'autoconstruction en imaginant des dispositifs spatiaux et des systèmes constructifs qui s'y prêtent. Il faudra pour cela estimer avec réalisme les capacités des habitants et des aides éventuelles de leur entourage, déterminer sur quelles phases de chantiers l'autoconstruction aura lieu. Il est par exemple difficile de faire travailler des non-professionnels sur le gros œuvre, car il est structurel. La gestion de l'étanchéité est un autre point délicat. D'ores et déjà, plusieurs architectes ont imaginé des systèmes constructifs permettant de faciliter une part d'autoconstruction, par exemple avec le remplissage par des autoconstructeurs d'une ossature primaire montée par des professionnels, ou encore la construction d'un module d'habitation simple par des autoconstructeurs sous un « parapluie » : une grande enveloppe qui protège des intempéries. « *On peut envisager une partie de l'habitat construite dans la norme, structurelle, et son aménagement réalisé en autoconstruction ou en prêt à finir* » (ZIMMERMANN, PAQUOT, *op. cit.*), propose Patrick Bouchain. Un exemple de système constructif qui s'adapte aux contingences de l'autoconstruction est celui de la charpente en kit. Ce mode constructif évolue grâce, notamment, aux avancées technologiques. La performance dans le travail de taille des nouveaux outils des artisans du bois, permet de livrer sur chantier des charpentes entièrement taillées, avec notice de montage pour le client. Un autoconstructeur y trouvera un moyen de monter des éléments, sans avoir besoin du savoir-faire de taille de l'artisan. Ceux-ci sont exploités en amont, à la conception de la charpente par informatique. Des espaces de travail, des ateliers par exemple, doivent être prévus pour cette autoconstruction.

DIFFÉRENTS DISPOSITIFS ARCHITECTURAUX ET SYSTÈMES CONSTRUCTIFS POUR FAVORISER L'AUTOCONSTRUCTION

Logements livrés bruts, prêts à finir

Les habitants peuvent réaliser eux-mêmes les finitions, à plus ou moins long terme.



Logements sociaux,
architectes : Lacaton & Vassal

Maison à autoconstruire sous un parapluie

Une enveloppe, englobant une ou plusieurs habitations, est montée par des professionnels. Les autoconstructeurs sont ainsi à l'abri des intempéries pour autoconstruire leur habitation.



Logements autoconstruits sous des serres,
PFE Bois Soulier, Chamodot, Cloquet

Remplissage d'une ossature primaire

L'ossature primaire est montée par des professionnels. Les parois peuvent être remplies avec divers matériaux, et finies par les autoconstructeurs, sans risque structurel.



Maison en kit, à monter

L'ossature et la charpente peuvent être livrées prêtes à monter avec une notice détaillée, à l'image d'un meuble IKEA. Le système de découpe numérique est tout à fait adapté à ce genre de construction.



Photo : T. Chassepoux

Habitation de base à agrandir

De la même manière que les logements livrés prêts à finir, les habitants peuvent réaliser eux-mêmes les extensions, prévues dans la conception de l'habitation, à plus ou moins long terme.



Logements sociaux évolutifs au Chili,
architectes : Elemental

Fig. 129 Extrait de l'exposition « Demain, quel habitat en Saône-et-Loire ? » Juillet 2012 (CHAMODOT, CLOQUET, 2012g)

L'architecte, de plus, pourrait fournir des plans ou d'autres documents d'exécution parfaitement compréhensibles du grand public n'ayant aucune connaissance en construction, du même type, par exemple, que les notices de montage pour le mobilier.

Maison autoconstruite, encadrée par un professionnel (WEILER, *op. cit.*)

Pour sa maison, Mathieu Gervais (GERVAIS, [s.d.]), charpentier interviewé dans la revue « La Maison écologique », a souhaité que la phase de construction de sa maison soit très rapide. Il a entièrement conçu et dessiné sa maison, à la vis près, afin de n'avoir aucune perte de temps sur le chantier. Il explique :

*« Les années passées sur les chantiers m'ont appris que les défauts de réalisation sont souvent la conséquence d'un travail de conception mal mené. Quand la demande est claire, les entrepreneurs établissent des devis précis et n'ajoutent pas de marges d'erreur et de risque. Le coût de cette conception détaillée est entièrement compensé. [...] Avec les plans de fabrication, les plans de détail et le planning, la maison a été montée en trois mois et demi. Quatre semaines à six personnes en permanence et ensuite, les soirs et les weekends avec famille et amis. Le planning du chantier a été respecté au jour près. Grâce au travail de conception réalisé en amont, les personnes présentes ont pu travailler efficacement. Je pouvais occuper dix personnes venues pour m'aider en même temps. Il suffisait que je leur fasse une sortie papier du détail du plan dont elles devaient s'occuper et elles se mettaient au boulot. Je n'avais pas besoin de passer du temps à expliquer à chacun ce qu'il devait faire. Toutes les personnes suivaient ce qui était indiqué sur le papier, point. En phase d'exécution comme son nom l'indique, il n'est plus temps ni de réfléchir ni de changer d'avis. Pour les professionnels (maçon, couvreur, électricien et plombier) c'était aussi bien plus simple. Personne n'a eu de mauvaise surprise. C'était un régal ! » (WEILER, *op. cit.*)*



Fig. 130 Maison autoconstruite de Mathieu Gervais (*Ibid.*)

Y a-t-il des matériaux plus adaptés que d'autres à l'autoconstruction ? L'utilisation de tel matériau industriel facile d'emploi, peut permettre un chantier rapide et sec autant que l'utilisation du bois, matériau qui peut être simplement prélevé localement avec peu de transformations. Aucun matériau n'est à exclure s'il est utilisé à sa juste place, optimisé dans l'édifice et qu'il répond à une logique écologique large. On peut noter, cependant, quelques matériaux à faible nuisance qui semblent plus faciles à mettre en œuvre. Le bois notamment, demande un minimum de savoir pour un maximum d'efficacité. De plus il permet un chantier propre et sec. Matériau plus facile à travailler par des amateurs que le béton ou l'acier, il est souvent privilégié par ceux qui souhaitent autoconstruire entièrement ou en partie leur habitation. Cette tendance est en progression face à la proportion du coût du logement dans le budget : 11 % de ceux qui choisissent de construire leur logement en bois le font dans l'idée de l'autoconstruire. (LE MARCHÉ DE LA MAISON BOIS, 2005). L'entreprise Vouillon, par exemple, qui fabrique des kits structure bois sur-mesure prêts à poser, en vend une partie à des autoconstructeurs. D'autres charpentiers font le gros œuvre de maisons qui sont ensuite autofinies par les futurs habitants. Philippe Covre, charpentier observe : « *Dans les constructions que l'on fait, souvent, et puis c'est ce qui nous intéresse, on fait le gros œuvre. On vend la coque et après les gens font tout l'intérieur. Il y a beaucoup de gens qui viennent vers nous pour ça, en pourcentage : 20 %* » (COVRE, *op. cit.*).

Les matériaux terre et paille demandent quant à eux une connaissance plus fine, bien qu'ils soient, à l'usage, facilement appropriables.

Quels outils sont utilisables par le plus grand nombre ? La conception doit prévoir des outils simples, économiques, faciles à trouver dans le commerce, ne nécessitant pas une formation trop importante.

« Entre Serre et Terre » (BOIS-SOULIER, CHAMODOT, CLOQUET, 2006)

Le Projet de Fin d'Etudes « Entre serre et terre » est un exemple d'habitat collectif conçu pour intégrer une part d'autoconstruction. Ce projet tentait de démontrer l'intérêt économique pour le futur habitant de participer à la conception et à la fabrication de son habitat. L'utilisation d'une serre horticole comme parapluie, montée par des professionnels, permettait une autoconstruction à l'abri des intempéries. Elle semblait la plus économique en tous points : surface couverte, mise en œuvre, temps de pose, flexibilité, transparence. L'architecte avait le rôle d'organisateur d'un chantier collectif auquel participeraient de nombreux novices de la construction. Il fallait penser des détails techniques, des modes constructifs qui permettent à des non-initiés de porter et d'assembler facilement des éléments pour bâtir leurs logements. L'utilisation de matériaux bruts, peu transformés, tels que la terre, le bois, ou des matériaux composites simples comme les panneaux de bois, trouvait sa pertinence dans leur mise en œuvre sans liant, réparable et ajustable si besoin. Il fallait aussi penser l'organisation du chantier dans l'espace et dans le temps. Des ateliers communs prévus pour monter les composants de mur de la maison se transformaient en parking couvert et salle commune, une fois le chantier fini. Un point focal était mis sur le rôle des professionnels de la construction. Ces acteurs étaient soit formateurs, soit artisans à plein temps pour participer aux phases du chantier les plus ardues. L'économie était donc réalisée grâce à une optimisation de l'utilisation la main d'œuvre. Un temps plus long était alors consacré à la conception et la formation. L'habitant s'appropriait sa maison, du chantier à la « livraison ».

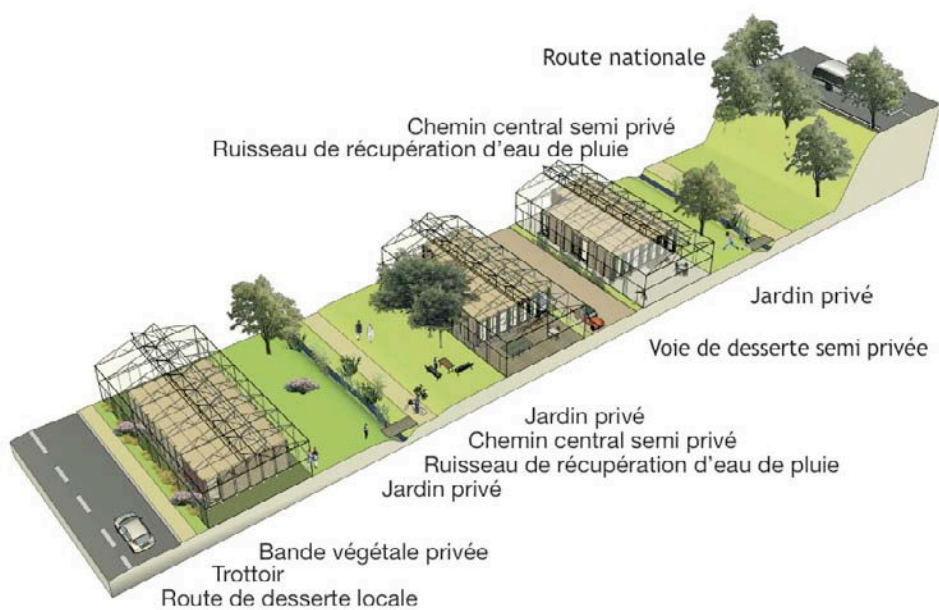


Fig. 131 Coupe sur le quartier d'habitations sous des serres, image : Gaëlle Bois-Soulier, Mathilde Chamodot, Basile Cloquet

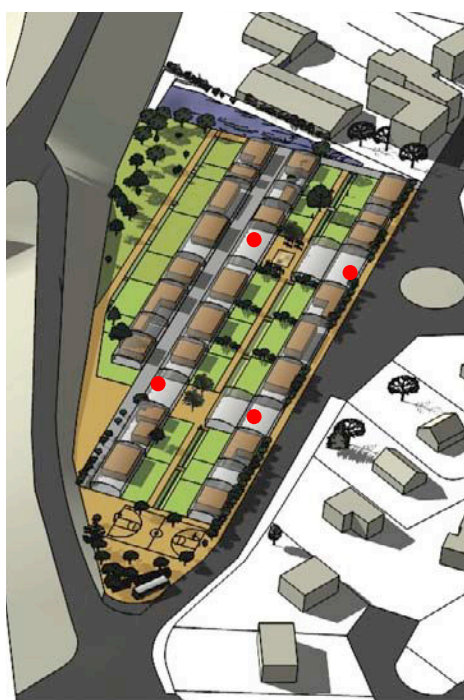


Fig. 132 Ateliers communs pour la fabrication des maisons, transformés ensuite en garage et salle commune, image : Gaëlle Bois-Soulier, Mathilde Chamodot, Basile Cloquet

Un encadrement par des professionnels indispensable

L'autoconstructeur néophyte peut se retrouver démuni devant le travail qui l'attend. Cyril Canedi témoigne : « *Il ne faut pas sous-estimer la charge de travail. Il faut être assez solide physiquement et mentalement. Nous avons eu de grands moments de stress, quand il y a des problèmes, et que l'on n'est pas du métier, même si on est épaulé par quelqu'un. Quand on voit de la terre, qui s'effondre dans les fondations, alors que ça a été un travail de titans... et finalement c'est entièrement à recommencer. C'est bien d'être deux. Il faut toujours s'accompagner de quelqu'un qui connaît le métier. Il ne faut pas se lancer tout seul. Un métier ça ne s'invente pas. J'ai appris le métier en faisant l'apprenti* » (C. CANEDI, F. CANEDI, op. cit.). Les autoconstructeurs n'ont pas forcément l'expérience du chantier et de son organisation. Un encadrement par des professionnels est indispensable pour guider les autoconstructeurs, garantir la qualité de la mise en œuvre et la durabilité de l'habitat.

Il s'agit également d'assurer la sécurité des autoconstructeurs sur le chantier, car le manque d'expérience, le nombre de personnes travaillant simultanément sur le chantier, le manque de matériel du type échafaudage, chaussures de sécurité, casques, la méconnaissance des règles de sécurité sont des facteurs de risque. Le travail d'entreprises et d'autoconstructeurs sur le même chantier doit être cadré pour ne pas nuire à l'efficacité. Patrick Bouchain le rappelle, « *l'autoconstruction ne se définit pas seulement dans l'acte de construire, mais également dans l'acte de s'organiser* » (SOULEZ, op. cit.). Assister les autoconstructeurs pour une bonne préparation et une gestion rigoureuse de chantiers qui intègrent une part d'autoconstruction pourrait être une autre mission de l'architecte.

L'autoconstruction n'est pas synonyme de moins d'emplois. Elle ne fait pas de concurrence aux artisans, car elle ne peut pas s'étendre à tout le monde. Les autoconstructeurs, de plus, ont toujours besoin des artisans pour les parties délicates du chantier. Dans ce cas, faire appel à un artisan local peut contribuer à la dynamique économique du lieu. Les entreprises de construction, artisans de divers corps de métiers, pourraient avoir un rôle à jouer dans de tels chantiers. Cet encadrement pourrait être une nouvelle mission de l'artisan.

Les artisans pourraient également proposer des formations à diverses techniques de construction à l'adresse des autoconstructeurs, à l'instar de la SCOP Caracol en Isère, qui forme des autoconstructeurs à la pose d'enduits terre et encadre ponctuellement des chantiers d'autoconstruction. D'autres associations, comme « Botmobile » pour la construction en botte de paille, offrent des services d'assistance à l'autoconstruction, et organisent des chantiers formation participatifs. Les Compagnons Bâtisseurs Bretagne, quant à eux, sont spécialisés dans l'assistance à l'autoréhabilitation.

« L'autoréhabilitation accompagnée ouvre la possibilité à des personnes en difficultés sociales et économiques de mettre en place un projet visant à améliorer leur cadre de vie, en apprenant à réaliser des travaux dans leur logement. (...) Ce concept nécessite une démarche hybride qui mobilise des compétences techniques, des savoir-faire pédagogiques et des connaissances dans le domaine de l'action sociale. » (CAIRON, 2011),

explique Denis Cairon, président de cette association. *« Pourquoi ne pas mettre à contribution les professionnels à la retraite qui seraient très contents de jouer ce rôle ? »*¹⁰¹, propose Charles Bonniel, plombier chauffagiste à Mâcon et représentant la CAPEB en Saône-et-Loire.

« Les seniors souhaitent aujourd'hui « vieillir debout ». (...) Les retraités doivent être intégrés aux réflexions sur les politiques des territoires ruraux et considérés comme un facteur du développement local (dynamique associative, parrainage des porteurs de projet, autres activités qui ne relèvent pas des loisirs, etc.). Dans des territoires ruraux à la fonction de plus en plus résidentielle, les seniors sont une réserve de compétences et de savoir-faire mobilisables : c'est l' « or gris » des territoires » (COLLECTIF VILLE CAMPAGNE, 2008, p.57),

soutient le collectif ville-campagne. Repenser le rôle des jeunes retraités en bonne forme physique dans les territoires ruraux en valorisant leurs compétences en tant que ressource pourrait être un atout pour le territoire. Bénévolat, activités associatives, conseil aux plus jeunes, les savoirs et savoir-faire des anciens représentent une ressource dont on ne réalise pas toujours la valeur. Dans le domaine de la construction de l'habitat, les artisans à la retraite pourraient par exemple conseiller de jeunes autoconstructeurs, ou encore intervenir dans les écoles pour sensibiliser les élèves aux questions de l'habitat écologique.

Autoconstruction et chantiers participatifs

La notion de collectif pour l'autoconstruction apporte des avantages : entraide, mutualisation d'outils, de l'encadrement, achats groupés. Certaines personnes du groupe peuvent avoir des connaissances qui bénéficieront à l'ensemble des participants, s'il y a un électricien, par exemple, dans le groupe, ou dans les amis d'un des membres du groupe.

¹⁰¹ Questions suite à la conférence « Présentation des projets de l'ENSAG, Habitat écoresponsable », le 20 mars 2009 à la Galerie européenne de la Forêt et du Bois à Dompierre-les-Ormes

Un chantier participatif d'autoréhabilitation (NORROY, 2011b)



Fig. 133 Habitat groupé autoréhabilité à Saint-Pierre-le-Vieux, (Photo : M.Chamodot et B. Cloquet)

Trois familles se sont regroupées sur la commune de Saint-Pierre-le-Vieux (71) afin de transformer collectivement un corps de ferme en habitation afin de ne pas s'endetter lourdement lors de l'acquisition de leur habitat. Une fois la ferme et ses terrains acquis, chaque habitant s'est engagé à financer ses travaux. Une des familles a entièrement rénové une partie de la ferme pour y aménager un logement de 80 m². Les trois familles ont fait le choix de l'autoréhabilitation avec des chantiers participatifs afin de limiter les dépenses liées à la main d'œuvre, et ainsi accéder à un habitat confortable à moindre coût. « *L'autoréhabilitation, c'était un choix pour minimiser les coûts. Il n'y a pas d'autre alternative, si tu ne veux pas faire un habitat qui coûte trop cher, il faut mettre la main à la pâte. Sinon ça ne marche pas. Après on peut la mettre plus ou moins. Nous, on a décidé de mettre le gros paquet, de tout faire nous-mêmes* » (Ibid.).

De cette manière, le budget total pour les travaux de cette habitation n'a pas dépassé Le réseau d'amis a apporté ses connaissances dans le domaine de la construction, la plomberie ou l'électricité par exemple. D'autres ont fait intervenir des artisans pour les phases délicates du chantier. « Seuls les matériaux sont valorisés. La main d'œuvre n'est valorisée si elle est faite par un artisan, à condition que tout le monde soit d'accord. Les heures de travail en bénévolat n'est pas valorisé. » Des chantiers participatifs se déroulent régulièrement. Cela permet un échange entre les habitants, pour qui cette main d'œuvre permet de faire avancer plus vite le chantier, et les participants qui peuvent se former à différentes techniques de construction. Pour l'extension en paille, son futur habitat

à l'association « Botmobil », spécialisée dans les chantiers paille participatifs. La paille se prête particulièrement à l'autoconstruction. De plus, ce sont des matériaux qui consomment très peu d'énergie au cours de leur cycle de vie, d'autant plus qu'il y a une amélioration thermique de l'existant permettra de diminuer les charges, et d'éviter une consommation énergétique. Tous les habitants ont équipé leur logement de poêles à bois, et il y a un commun du bois de chauffage.

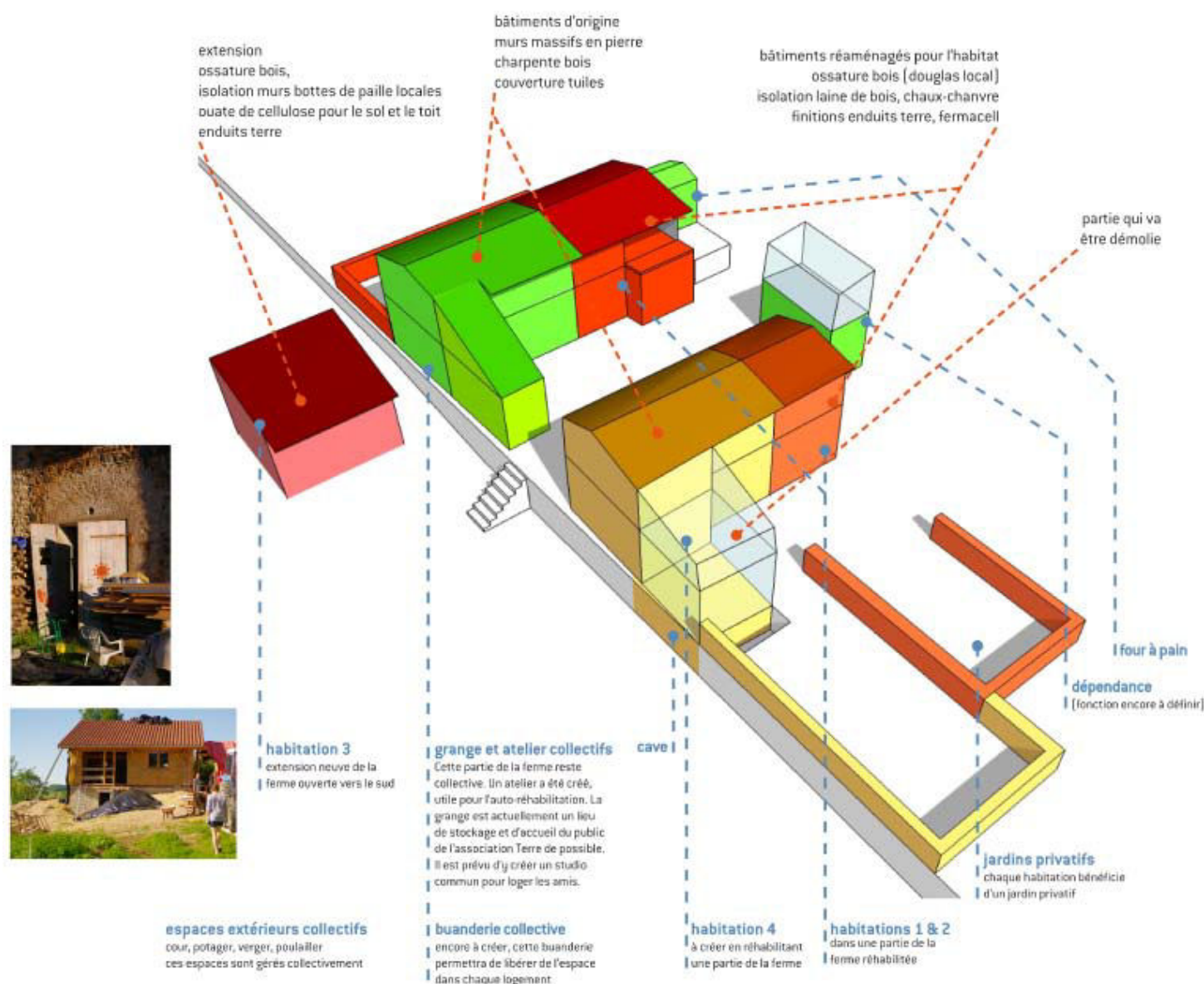


Fig. 134 Extrait de l'exposition « Quelles stratégies pour un Habitat économique » (CHAMODOT, CLOQUET, 2011e)

Conclusion

Cette thèse confirme que la production d'un habitat accessible financièrement peut jouer un rôle dans le développement économique d'un territoire. Mais pour renforcer ce rôle, tout en visant la réduction de l'empreinte écologique du secteur de la construction et en proposant des logements attractifs et économiquement accessibles, il s'avère important de lever les freins actuels qui bloquent le développement de projets innovants.

Dans la première partie de ce travail, l'analyse des différents paramètres qui composent le coût global de l'habitat dévoile la complexité du secteur de la construction du logement et fait émerger les leviers par lesquels agir afin de rendre le logement accessible au plus grand nombre. Chaque élément de la décomposition du coût global de l'habitat (l'installation dans le territoire, le montage et la gestion du projet, la conception, la construction, l'utilisation du logement)¹⁰², a été abordé sous l'angle du choix des matériaux et des modes constructifs, des relations entre les acteurs de la production de l'habitat, ainsi que du développement économique du territoire inscrit dans une logique de développement écoresponsable.

Plusieurs pistes ont été abordées dans la deuxième partie de cette thèse. Elles montrent diverses interventions possibles sur le territoire de Saône-et-Loire, à des échelles temporelles et spatiales variables.

Les premières pistes relèvent de stratégies de gestion des projets.

Afin de réduire le coût global de l'habitat, la collaboration étroite, dès la conception, entre l'architecte et les entreprises est une piste importante. Cette collaboration existe déjà pour certains projets de logements privés, mais reste à développer fortement du côté public. La procédure des marchés publics interdit cette collaboration en amont du projet afin de limiter certaines dérives. Mais cela ne joue pas en faveur des pratiques opérationnelles permettant l'élaboration de réponses innovantes au plan constructif et architectural pour le bâtiment.

La conception d'un bâtiment économique, répondant aux enjeux écologiques et aux normes thermiques actuelles demande beaucoup plus d'échanges avec des spécialistes techniques, et donc plus de temps de conception. Ce temps n'est aujourd'hui pas suffisamment rémunéré. La revalorisation de la conception dans le budget global du projet est essentielle.

La diminution des charges, notamment de chauffage, est une des pistes de diminution du coût global de l'habitat. L'amélioration du bâtiment passe par une conception faisant appel à une analyse fine du bâtiment afin de répondre le plus efficacement possible sans mettre en jeu des technologies trop complexes, souvent onéreuses. Cette piste est d'autant plus adaptée au territoire de Saône-et-Loire que la part des logements vacants est importante dans ce département. La précarité énergétique est un enjeu majeur sur ce territoire. Ces logements se trouvent, pour la

¹⁰² Afin d'avoir une compréhension de la globalité du travail d'analyse et de prospective effectué, il est conseillé, en complément, de lire la thèse de Mathilde Chamodot.

plupart, dans des bâtiments qui ne répondent plus aux standards de confort actuels. Plusieurs pistes architecturales et techniques permettraient de tirer parti de ces bâtiments, de les améliorer à un coût maîtrisé plutôt que les démolir. Cela permettrait de limiter la consommation d'énergie et de matières premières pour la production de logements.

Les deuxièmes pistes relèvent de l'urbain et du territoire.

Rendre l'habitat isolé autonome énergétiquement est aujourd'hui une piste crédible qui limiterait l'impact, notamment du chauffage, sur le coût de l'habitat. Les territoires ruraux, majoritaires en Saône-et-Loire sont des terrains de productions agricoles, forestières, céréalières ou encore viticoles. L'accès à de nombreuses sources d'énergies renouvelables y est facilité car l'environnement n'est pas encore totalement artificialisé comme en milieu urbain. Toutes ces sources potentielles d'énergie sont à combiner pour permettre à une habitation d'être autonome énergétiquement et même de produire au moins en partie l'énergie nécessaire aux « extensions » de l'habitation que peuvent être les véhicules, les machines agricoles, etc. L'autonomie énergétique d'un habitat c'est aussi moins de transport énergétivore.

Les troisièmes pistes sont architecturales.

Afin de réhabiliter les logements à rénover, l'ajout d'une deuxième peau peut jouer un rôle thermique et de plus apporter d'autres espaces couverts. On peut aussi recréer un logement dans un corps de bâtiment vide (grange de ferme en Saône-et-Loire), utilisant ainsi la toiture existante. Parmi les exemples d'architecture trouvés utilisant ces principes, on constate que le bois se prête particulièrement bien à la réhabilitation de logements.

Vivre en profitant le plus possible des saisons est une piste qui permet d'imaginer des habitations conçues avec des espaces modulables qui ne procurent pas le même confort selon la période de l'année et selon le climat. Vivre plus en connexion avec l'extérieur est pertinent dans un contexte rural tel que celui de Saône-et-Loire. La ruralité du département pourrait devenir un facteur d'attractivité, justement par contraste avec le monde urbain.

La démarche de prototype entamée par l'ENSAG et le Conseil général de Saône-et-Loire a permis de mettre en œuvre des innovations architecturales et techniques précédemment citées. Son architecture pousse à penser un nouveau mode de vie - vivre avec les saisons, mutualiser des espaces et des services - en parallèle d'une recherche sur des stratégies thermiques bioclimatiques (serre, orientation sud, masse thermique intérieur, etc.), ainsi que des stratégies constructives alternatives (systèmes constructifs, autofinition). L'utilisation du bois pour ce prototype montre l'engagement d'acteurs locaux dans le développement de filières écologiques courtes utilisant les matériaux locaux sur leur territoire.

Toutes les pistes suivantes sont de l'ordre de la construction.

Le fruit de l'analyse, au premier chapitre, montre la richesse des ressources naturelles présentes en Saône-et-Loire qui pourraient être utilisées pour la construction. L'analyse de l'habitat vernaculaire, ainsi qu'une analyse cartographique confirment que, par le passé, la Saône-et-Loire exploitait déjà des matériaux locaux et les exportait au-delà de son territoire. Les matériaux les plus utilisés étaient la terre, le bois, la pierre, le chaume. Leur mise en œuvre faisait appel à différentes techniques qui, pour la plupart, ont perduré mais ne sont plus représentatives de la culture constructive contemporaine locale. Les filières contemporaines de matériaux exploitent la matière disponible de manière industrielle, pour produire du granulat pour béton de ciment, ou des briques de terre cuite par exemple. Mais un savoir-faire persiste pour une production et une mise en œuvre artisanales, comme l'illustre le travail des lavers¹⁰³, qui taillent et posent les pierres de couverture.

La ressource en bois, largement représentée en Saône-et-Loire, est un potentiel remarquable pour la production de logements. Outre le bois d'œuvre de qualité, déjà en partie exploité pour la construction, les bois de qualité secondaire, disponibles en grande quantité sur le territoire et peu valorisés, pourraient également être exploités. Des produits issus de ces bois pourraient être fabriqués sur le territoire. La recherche sur le bois, présente à l'ENSAM ParisTech (Centre de Cluny), permettra, dans un avenir proche, de proposer des produits à base de bois locaux. Il s'agira de produits en bois massif reconstitué, par exemple, faciles à usiner, qui pourraient se substituer progressivement aux produits actuellement importés depuis l'Autriche, la Finlande ou l'Allemagne.

Le développement de l'utilisation des écomatériaux et de nouveaux modes de mise en œuvre pourrait avoir un impact positif sur la baisse des coûts de construction. Un matériau simple à mettre en œuvre permet de diminuer le temps d'intervention d'un professionnel, et ainsi de diminuer le coût de main d'œuvre. L'étude des filières de construction en écomatériaux locaux a montré une faible représentation de ceux-ci dans les constructions contemporaines. Il s'avère que très peu d'artisans sont qualifiés dans la mise en œuvre des matériaux extraits localement et peu transformés. Mais plus que le coût du matériau lui-même, c'est le coût de main d'œuvre qui impacte le plus fortement le coût de l'habitat. Ce travail ouvre des interrogations sur des questions relatives au coût et à la valeur du travail, en l'occurrence le travail manuel, dans la société.

La production et l'utilisation d'écomatériaux locaux pourraient avoir un impact social non négligeable en faisant augmenter le nombre d'emplois, qui ne peuvent être délocalisés, dans le secteur de la construction. Le développement de systèmes productifs locaux apporterait de nouveaux savoir-faire dans le département et le rendrait plus à même de répondre au défi de la rénovation du bâti ancien. Le bâti ancien de Saône-et-Loire, en terre par exemple, demande des compétences spécifiques et des savoir-faire importants. L'apport de nouvelles compétences peut

¹⁰³ Artisans spécialistes de la pose de pierres appelées « laves » pour couvrir les toitures

se concrétiser par l'arrivée de nouvelles populations, ou bien de nouveaux emplois dits « verts » sur le territoire, qui s'additionneraient aux compétences déjà présentes sur le territoire.

Les architectes locaux ne connaissent pas tous les enjeux de l'utilisation des écomatériaux. Pour celles et ceux qui pratiquent la mise en œuvre d'un de ces matériaux, il est important de leur transmettre les connaissances réelles de la matière pour qu'ils puissent la prescrire de la manière la plus juste possible. Le bois, par exemple, offre de multiples possibilités d'assemblages, du bois empilé et serré avec des sangles au bois cloué en passant par le bois lamellé-collé boulonné. Seule une bonne connaissance de la matière permet d'arriver à l'optimiser au plus juste : en utilisant le moins de matière pour le plus de résultats. Le prototype Outsiders a justement permis l'expérimentation d'une charpente en bois lamellé-cloué utilisant des bois « verts »¹⁰⁴, très peu transformés, de petites sections. Les petites sections de bois étant des produits disponibles et économiques en Saône-et-Loire. Pour aider les architectes, une consolidation des formations proposées et un renforcement du nombre de bureaux d'études spécialisés dans le bois et dans les écomatériaux sont indispensables. Il faut aussi que la commande soit présente.

Lorsque nous avons engagé cette recherche, il existait peu de règles professionnelles permettant aux architectes de mettre en œuvre les matériaux locaux. L'enjeu est désormais national, voire mondial¹⁰⁵. Dernièrement, des professionnels impliqués dans les matériaux alternatifs (terre, paille, chanvre), ont pris conscience de l'importance du renouveau de ces techniques et de la diffusion des savoir-faire qui y sont liés. Il s'agit d'une prise de conscience générale qui conforte l'importance du développement économique d'une région et de sa capacité à créer de l'emploi local. Une répartition plus équitable des outils de transformation de la matière sur le territoire national (et sans doute au niveau européen) est pour cela indispensable. Les référentiels techniques élaborés par des professionnels spécialisés permettent à l'ensemble des professionnels de la construction de certifier leur travail auprès des assureurs. Les jeunes entrepreneurs et constructeurs, ainsi que les architectes voulant construire avec des matériaux locaux, dont les techniques étaient encore trop souvent considérées comme peu fiables, ont maintenant à portée de main des documents¹⁰⁶ sur lesquels se baser, fruit des retours d'expérience de la profession.

La mise en commun de moyens de production (machines, atelier), par le truchement des coopératives, permettrait aux artisans ne disposant pas de moyens financiers importants, de disposer de l'outillage nécessaire au développement de nouvelles filières sans apports importants en matériel.

Plusieurs freins sont encore à lever pour le développement d'un habitat écoresponsable basé sur des principes bioclimatiques et utilisant des matériaux peu transformés. D'une part, le cadre réglementaire est à faire évoluer. Par exemple, un

¹⁰⁴ très humide, on utilise habituellement un bois très sec en construction

¹⁰⁵ Faisant partie de la problématique du réchauffement climatique, de la gestion des ressources non renouvelables

¹⁰⁶ Règles professionnelles du chanvre, de la paille, et bientôt d'autres (RFCP, FLOISSAC, COLLECTIF, 2011)
(FÉDÉRATION FRANÇAISE DU BÂTIMENT, ASSOCIATION CONSTRUIRE EN CHANVRE, 2007)

travail sur la définition du plan local d'urbanisme est à effectuer, afin de rendre ce document plus en phase avec les questions environnementales des communes. Les architectes ne peuvent actuellement pas mettre en œuvre des projets disposant de caractéristiques architecturales répondant à une logique écologique quand les documents locaux d'urbanisme imposent une certaine forme, basée uniquement sur des logiques de conformité visuelle aux bâtiments existants. Par ailleurs, la responsabilité des architectes dans le cadre de chantiers réalisés par des autoconstructeurs pose encore problème. Les alternatives aux modes constructifs usuels, comme l'autoconstruction ou l'autofinition, sont des pistes permettant au futur habitant de limiter son apport financier. Comment la société peut-elle accompagner ce genre de démarche ? Comment définir le rôle de l'architecte et des professionnels encadrant, le cas échéant ?

D'un point de vue méthodologique, quelques points sont à préciser et évaluer. Lors de cette recherche, il a fallu collecter sur le terrain, puis synthétiser et croiser, des informations qui relèvent de différentes disciplines. Je reste convaincu qu'il était pertinent, pour un sujet aussi vaste que l'habitat, d'avoir eu à convoquer un corpus dépassant le cadre de l'architecture. D'un point de vue technique, afin de coupler des données sur les ressources naturelles présentes sur place à des données sociales et économiques, une approche plus cartographique et dynamique aurait été intéressante, avec l'utilisation des outils SIG¹⁰⁷, notamment utilisés par les géographes. Il aurait également été judicieux de travailler avec des géographes pour mieux relier au territoire le travail sur les ressources en matériaux pour le bâtiment.

Au niveau de la gestion du temps de recherche, l'étude approfondie de la filière bois aurait pu être plus courte afin de laisser plus de place à la formulation de pistes encore plus poussées. Mais le point positif de cette étude a été la mise en place et la mise à l'épreuve d'une méthode de recherche et d'outils, en particulier de l'outil de la carte mentale qui s'est révélé pertinent.

Quant aux expositions successives présentées à la Galerie Européenne de la Forêt et du Bois, chacune a permis d'obtenir des retours de la part des acteurs du territoire : politiques, agents publics, professionnels, habitants, qui ont permis d'affiner notre compréhension du contexte et d'ajuster plus finement les réponses afin de les faire correspondre aux attentes réelles.

Pour ce qui est du prototype d'habitat économique devant être construit en parallèle de ce travail de thèse, la difficulté pour trouver le bon cadre d'expérimentation a freiné son développement. Cependant, la phase de conception a été démonstrative et instructive tant du point de vue des techniques de construction choisies que du point de vue de la méthode d'expérimentation en vraie grandeur d'un prototype. Il existe une réelle attente en ingénierie ainsi qu'en apport de nouvelles propositions architecturales de la part de certaines mairies, mais aussi de la part de groupements d'habitants, notamment en milieu rural.

¹⁰⁷ Système d'informations géographiques

Au terme de ce travail, je me demande quel rôle pourraient jouer les écoles d'architecture, et comment pourraient-elles s'organiser pour répondre à des demandes d'expertises concrètes ? A mon avis, l'exemple des Grands Ateliers de l'Isle d'Abeau, ateliers de prototypes pour les écoles d'architecture, pourrait être une base autour de laquelle la réponse de l'administration publique, par le biais d'écoles d'architecture et de partenaires, pourrait élaborer de nouvelles stratégies en matière d'habitat. L'élaboration de réponses à des demandes réelles, permettrait d'évaluer plus facilement la pertinence d'un projet et d'en diffuser l'expérience. Le Rural studio de Samuel Mockbee qui a inspiré Design Built Bluff¹⁰⁸, est un précurseur en la matière. Son fort ancrage sur un territoire bien déterminé lui permet d'apporter des réponses pertinentes et ciblées à un problème social local, tout en garantissant une formation des jeunes architectes en connexion totale avec le monde réel.

L'échelle de l'habitat parle à tout le monde et il est intéressant de poursuivre cette recherche pour comprendre quelle pourrait être la meilleure manière d'initier les personnes à une perception plus globale de leur territoire, de son histoire, de la manière dont est bâti leur logement. L'habitat paraît une échelle idéale, l'échelle des modes de vie, des comportements et attitudes, l'échelle du quotidien, pour commencer à discuter de l'impact de nos différents modes de vie sur la société et sur la planète.

Si cette recherche a été l'occasion de répondre à la demande d'apport de nouvelles idées en phase avec les potentiels réels de développement du territoire de Saône-et-Loire, ainsi qu'aux enjeux nationaux, voire globaux, du développement durable, les pistes élaborées sont autant de voies qui permettraient à une collectivité territoriale, une mairie, un architecte, un artisan ou un citoyen, de se positionner afin de faire évoluer les cultures constructives locales, utiles à la réalisation de leur habitat.

À l'issue de ce travail, mon positionnement personnel vis à vis du métier d'architecte et de sa place dans la société a évolué. Étant donnée la grande diversité des connaissances générales, techniques et culturelles à connaître pour concevoir un habitat, dans un monde en perpétuelle évolution, l'architecture doit se concevoir à plusieurs à l'interface des métiers et des compétences. Différents profils du métier d'architecte ont été interviewés lors de ce travail. Certains exercent leur métier de manière traditionnelle. D'autres le font en associant les habitants au processus de conception, voire de réalisation. Certains se sont spécialisés dans la conception mettant en œuvre un matériau particulier, dont ils connaissent les caractéristiques et l'intérêt technique. D'autres encore, ont abandonné le métier d'architecte, pour devenir artisan, souvent dans le but de faire connaître et soutenir des filières de matériaux locaux peu transformés (la terre, le bois, la pierre...). Tous ont conscience que l'architecte intervient fortement comme agent économique local, pouvant participer au développement de leur territoire en apportant des solutions pragmatiques et innovantes au regard du seul métier traditionnel. Par ailleurs, les entretiens réalisés autour du monde de la construction et des matériaux, ont été capitaux pour orienter les pistes formulées en deuxième partie de ce travail, révélant

¹⁰⁸ Voir p. 251

à quel point il est important de travailler davantage de manière collaborative avec les acteurs du territoire. L'architecte, même s'il doit demeurer le garant de la cohérence globale d'un projet et de sa qualité, n'est pas l'homme central de l'ouvrage mais celui qui saura mener à bien un projet par sa capacité de synthèse et ses capacités à faciliter le travail en équipe.

Plus l'architecte (ou l'équipe de conception) avance dans son métier, plus il élabore une méthode et un processus de conception qui lui est propre et qui lui permet de justifier ses choix, en ayant pris en compte une multitude de paramètres. Cette méthodologie contribue à davantage de rigueur dans les choix de conception. Mais, à mon sens, c'est bien le travail d'équipe, le croisement des points de vue, le métissage des compétences qui peut enrichir le projet. Une autre évolution me semble aussi nécessaire pour enrichir la démarche de projet que je situerai dans le rapport à la recherche & développement (R&D), à l'expérimentation sur les matériaux, les techniques, le prototypage, tel que nous a apporté l'expérience vécue durant le développement de cette thèse, en lien avec la Galerie Européenne de la Forêt et du Bois, en lien avec le tissu des acteurs locaux de la production du cadre bâti, le tissu des entreprises surtout. Nous percevons aussi toute la dimension nécessaire, pour instruire une démarche de conception innovante en mesure d'apporter d'autres réponses de projet, d'un important travail de sensibilisation sur les outils méthodologiques et leur mise à disposition des acteurs du territoire. Ainsi, c'est dans cette perspective que nous souhaitons pouvoir développer notre proche exercice professionnel enrichi par cette recherche doctorale, celle du travail en équipe, celle de l'expérimentation et de la R&D en lien avec le tissu des artisans et des entreprises, celle de la sensibilisation des acteurs du territoire aux nouveaux outils de « pensée » du projet que cette recherche a permis d'élaborer et qu'il nous faut mettre davantage à portée d'usage.

Bibliographie

- LA 27ÈME RÉGION. (2012). *Réalisation collective d'une cartographie du processus d'achat public à la Région Rhône-Alpes par un groupe d'acteurs, animée par l'association La 27e région* [En ligne]. [s.l.] : [s.n.], 14 juin 2012. Disponible sur : < <http://territoiresenresidences.wordpress.com/category/residences/achats-durables-en-region-rhone-alpes/page/2/> > (consulté le 10 octobre 2012)
- ACCARDO, Jérôme, BUGEJA, Fanny. (2009). *Le poids des dépenses de logement depuis vingt ans*. [s.l.] : INSEE Institut national de la statistique et des études économiques, 2009. Cinquante ans de consommation en France.
- ADEME, RÉGION RHÔNE-ALPES. *PLURALIS : Opération de 6 logements à La Terrasse*. [s.l.] : [s.n.].
- ADER, Anna. (2010a). « Tetrarc : esprit ludique au pouvoir ». *Wood Surfer*, 2010, n° 59, p. 30-34.
- ADER, Anna. (2010b). « Rosa Parks : le bonheur est dans le module ». *Wood Surfer*, 2010, n° 59, p. 28-29.
- ADIL 71, Agence départementale d'information sur le logement de Saône-et-Loire. (2010). *États généraux du logement de Saône-et-Loire, « des logements de qualité pour tous », Actes de la journée du 20 sept 2010*. [s.l.] : [s.n.], 2010.
- AGRESTE BOURGOGNE. (2006a). *Les plantes à fibres en Bourgogne : le chanvre* [En ligne]. [s.l.] : DRAAF Bourgogne, Direction régionale de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt de Bourgogne, avr. 2006. Disponible sur : < http://draaf.bourgogne.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/CHANVRE_cle0641c6.pdf > (consulté le 12 janvier 2012)
- AGRESTE BOURGOGNE. (2007b). *Résultats sectoriels des exploitations forestières et scieries*. [s.l.] : [s.n.], 2007. Agreste Bourgogne, Chiffres et données - Agroalimentaire n° 166.
- AGRESTE BOURGOGNE. (2008c). *Mémento de la statistique agricole Bourgogne 2008*. [s.l.] : [s.n.], 2008.
- AGRESTE BOURGOGNE. (2009d). *Activité des exploitations forestières et des scieries en Bourgogne en 2007*. [s.l.] : [s.n.], juin 2009.
- ALAIN, Marcom. (2011). *Construire en Terre-Paille*. Mens : Terre vivante, 2011. 198 p. ISBN : 978-2-36098-049-9.
- ALAVA, Camille, AUGERAUD, Lucie, APAVOU, Sendyl, et al. (2009). *Murs de Soutènement, Comparaison environnementale et financière de différentes technologies*. Lyon : École Centrale, mars 2009.
- ALKHOS. (2008). *Rapport de présentation du Plan Local d'Urbanisme de la Commune de Tramayes*. [s.l.] : [s.n.], 2008.
- ALLIER, Vincent. (2010). « Le paysage comme outil d'aménagement du territoire ». In : *Colloque-atelier « Projets de campagnes, Habiter aujourd'hui et demain l'espace rural »*. Jaujac : École Nationale Supérieure d'Architecture de Saint Étienne, Parc Naturel Régional des Monts d'Ardèche, 28 oct. 2010.
- ALLIX, Grégoire. (2006). « Lacaton et Vassal, la vie sous serre ». *Le Monde*, 2 mars 2006, n° 19005, p. 26.

- ALTERRE BOURGOGNE, Agence régionale pour l'environnement et le développement soutenable en Bourgogne. (2007). *Cartographies de la vulnérabilité énergétique des ménages bourguignons*. [s.l.] : [s.n.], juill. 2007.
- ANAH, Agence nationale pour l'amélioration de l'habitat. (2005). *Atlas de l'habitat privé, fonctions, enjeux, évolutions, Région Bourgogne*. [s.l.] : [s.n.], 2005.
- ANGER, Romain. (2010). *Projet B.A.E. (Béton d'Argile Environnemental)* [En ligne]. In : *journée terre crue*. [s.l.] : [s.n.], 18 nov. 2010. Disponible sur : < http://www.ctmnc.fr/images/galerie/20101118_Recherche_a_CRATERRE.pdf > (consulté le 8 juin 2012)
- ANGLADE, Jacques. (2008a). *Je réalise le lien entre l'architecte et les charpentiers* [En ligne]. Entretien réalisé par BOIS.COM, 2008. Disponible sur : < <http://www.bois.com/professionnels/moe-prescripteurs/interviews/lien-architecte-charpentier> > (consulté le 10 septembre 2009)
- ANGLADE, Jacques. (2009b). « Les usages du bois comme matériau local ». Galerie Européenne de la Forêt et du Bois : [s.n.], décembre 2009.
- ANGLADE, Jacques. (2009c). *Habitat économique en bois, prototype OUsiders*. Entretien réalisé par CHAMODOT, Mathilde, CLOQUET, Basile, Galerie Européenne de la Forêt et du Bois, 3 déc. 2009.
- ANGLADE, Jacques. « Hébergements pour Emmaüs à Saint-Aunès ». In : *Anglade structures bois* [En ligne], [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < http://www.anglade-structures-bois.fr/projets/projetgal.php?show_heading=detail&dir=hebergements_pour_emmaus_a_st_aunes&photo=1&rang=2 > (consulté le 8 janvier 2010 d)
- APROVALBOIS. (2009). *Contrat interprofessionnel de Progrès pour la Filière Forêt-Bois en Bourgogne dit « Contrat de Progrès Filière Bois » 2009-2013*. [s.l.] : [s.n.], 2009.
- ARCHITECTURE FOR HUMANITY. (2006). *Design like you give a damn : architectural responses to humanitarian crisis*. New-York, Londres : Thames & Hudson, 2006. 333 p. ISBN : 1-933045-25-6.
- ARNAUD, Laurent. (2011). *Développement des biomatériaux : utilisation du chanvre dans la construction*. [s.l.] : [s.n.], 2011.
- ARNOLD, Françoise. (2005). *Le logement collectif, de la conception à la réhabilitation*. Paris : Le Moniteur, 2005. 307 p.
- CENTRE ARTS ET MÉTIERS PARISTECH CLUNY. (2009). « Journée chauffage bois pour les collectivités ». Cluny : [s.n.], 5 juin 2009.
- ASCHER, François. (2007). « Notre démocratie locale est inadaptée ». *Constructif* [En ligne], nov. 2007, n° 18. Disponible sur : < http://www.constructif.fr/Article_36_61_437/Notre_democratie_locale_est_inadaptee.html > (consulté le 2 février 2009)
- ASDRUBAL, Benoît. (2011). *Artisan chaux*. Entretien réalisé par CHAMODOT, Mathilde, CLOQUET, Basile, PACCOD, Grégoire, La-Chapelle-du-Mont-de-France, 21 mai 2011.
- ASTRUC, Lionel. (2011). « Perspectives durables 2012 ». *L'Architecture d'aujourd'hui*, 2011, Vol. Hors-série spécial édition.

- ATELIER CORREIA ARCHITECTES. « Aménagement d'une grange ». In : *Atelier Correia architectes* [En ligne], [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://www.ateliercorreia.com/projets?tri=types&categorie=5&projet=30> > (consulté le 14 juin 2012)
- ATELIERS LION, ARBONIS CONSTRUCTION - VINCI CONSTRUCTION FRANCE, ARCOBA. (2010). « *Modulobois* », *Fiche PUCA REHA (Requalification de l'habitat collectif à haute performance énergétique)*. [s.l.] : PUCA Plan Urbanisme Construction Architecture, CERTU Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques, 2010.
- AUTRET, Françoise. (2010). « Diagnostic : La Saône-et-Loire et le logement : atouts, faiblesses, besoins et enjeux ». In : *États généraux du logement de Saône-et-Loire, « des logements de qualité pour tous »*. Montceau-les-Mines : ADIL 71 Agence Départementale d'Information sur le Logement de Saône-et-Loire, 20 sept. 2010.
- AZCA. « AZCA architecture écodynamique ». [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://www.atelierzerocarbone.com/wordpress/?portfolio=contact> > (consulté le 14 juin 2012)
- BACHELARD, Roland. (2010). « Table ronde n°2 : Habitat durable, la croissance verte pour tous ? » In : *États généraux du logement de Saône-et-Loire, « des logements de qualité pour tous »*. Montceau-les-Mines : ADIL 71 Agence Départementale d'Information sur le Logement de Saône-et-Loire, 20 sept. 2010.
- BACQUÉ, Marie-Hélène, CARRIOU, Claire. (2012). « La participation dans l'habitat, une question qui ne date pas d'hier ». *Métropolitiques* [En ligne], 11 janv. 2012, Disponible sur : < <http://www.metropolitiques.eu/La-participation-dans-l-habitat.html> > (consulté le 14 mars 2012)
- BAHAMON, Alejandro, ALVAREZ, Ana Maria, ARIZA, Felipe. (2008). *Petits budgets, habitat contemporain*. Paris : L'Inédite, 2008. 189 p.
- BAHL, Vani. SAHAÏ, Jean, trad. (2008). « Recycle rather than rebuild ». 10 août 2008, Disponible sur : < <http://www.montraykreyol.org/spip.php?article1448> > (consulté le 16 janvier 2012)
- BARRIQUAND, Stéphane, DUVAL, Claude. (2010). « Le lotissement environnemental ou le prétexte du « projet urbain » de Mellé (Ille et vilaine) ». In : *Colloque-atelier « Projets de campagnes, Habiter aujourd'hui et demain l'espace rural »*. Jaujac : École Nationale Supérieure d'Architecture de Saint Étienne, Parc Naturel Régional des Monts d'Ardèche, 28 oct. 2010.
- BELLEVRAT, Roland, GALY, Christophe, FRANÇOIS, Jean-Claude, et al. (2009). *Habitat économique, OPAC 71*. Entretien réalisé par CHAMODOT, Mathilde, CLOQUET, Basile, Mâcon, 17 avr. 2009.
- BELLEVRAT, Roland, OPAC 71. (2008). « Construire et rénover autrement avec les énergies renouvelables ». [s.l.] : [s.n.], 20 nov. 2008.
- BÉNABEN, Pierre. (2010). « Une expérience française : le Pays de Rennes, Quelles réponses apportées aux différents enjeux ? Quels moyens pour y arriver ? » In : *Conférence-débat : Villes, villages et logements durables, Savoir s'étendre sans se répandre*. Montceau-les-Mines : CAUE 71 Conseil d'architecture d'urbanisme et de l'environnement de Saône-et-Loire, 8 avr. 2010.

- BERGILEZ, Jean-Didier, GUYAUX, Marie-Cécile, PATTEEUW, Véronique. (2010). *Rotor : coproduction*. Civa. Bruxelles : [s.n.], 2010. 80 p. (Jeunes architectures, 6) ISBN : 2-930391-35-9.
- BERLAND-BERTHON, Agnès. (2012). « Densité rurale, sous les pavés, la plage ». *Ecologik*, mai 2012, n° 26, p. 38-45.
- BERNARD, Marc, STACHER, Susanne. (2008). « Développement durable : expérimenter la paille ». *Le Moniteur architecture, AMC*, sept. 2008, n° 181, p. 101-104.
- BERTHET, LIOGIER, CAULFUTY. (2008). *Diagnostic pour le Plan Local d'Urbanisme de Tournus*. [s.l.] : [s.n.], juill. 2008.
- BERTHIER, Emmanuel. (2011). « Des systèmes spatiaux en prospective, territoires 2040 ». *Territoires 2040, Revue d'études et de prospective*, 2011, n° 4, p. 185.
- BERTHOD-WUSMER, Marianne, OLLIVIER, Roland, RAYMOND, Michel, et al. (2009). *Pauvreté, précarité, solidarité en milieu rural*. [s.l.] : IGAS Inspection générale des affaires sociales, CGAAER Conseil général de l'alimentation, de l'agriculture et des espace ruraux, sept. 2009.
- BERTIN, Emmanuel, LIPOVAC, Jean-Christophe, NICOLAS, Julie. (2008). *Urbanisme durable : Freiburg, les habitants au cœur de la décision*. [s.l.] : CERDD Centre Ressource du Développement Durable, 2008.
- BERTUCELLI, Sylvestre. (2009). *L'isolation en chanvre*. In : *Colloque « Bâtiment écologiques : Quelles solutions concrètes »*. Sénat - Palais du Luxembourg : [s.n.], 27 janv. 2009.
- BESSON, Danielle. (2008). *Consommation d'énergie : autant de dépenses en carburants qu'en énergie domestique*. [s.l.] : INSEE Institut national de la statistique et des études économiques, févr. 2008.
- BEUKERS, Adriaan, VAN HINTE, Ed. (1998). *Lightness : The inevitable renaissance of minimum energy structures*. Rotterdam : 010, 1998. 191 p. ISBN : 90-6450-560-8.
- BIDAUT, Aurélie. (2012). « Des débouchés pour le chanvre ». *Journal de Saône-et-Loire* [En ligne], 3 mai 2012, Disponible sur : < <http://www.lejsl.com/bresse/2012/05/03/des-debouches-pour-le-chanvre> > (consulté le 6 juillet 2012)
- BIELEFELD, Bert, EL KHOULI, Sebastian. (2007). *Idée de projet*. Basel, Boston, Berlin : Birkhäuser, 2007. 84 p. Basics.
- BIGOT, Régis, BÉRARD, Isabelle, HATCHUEL, Georges. (2001). *Les français et l'espace rural*. [s.l.] : CRÉDOC Centre de Recherche pour l'Etude et l'Observation des Conditions de Vie, juill. 2001.
- BIGOT, Régis, HOIBIAN, Sandra. (2009a). *Les difficultés des français face au logement*. [s.l.] : CRÉDOC Centre de Recherche pour l'Etude et l'Observation des Conditions de Vie, déc. 2009.
- BIGOT, Régis, HOIBIAN, Sandra. (2010b). *La crise du logement entretient le sentiment de déclassement social*. [s.l.] : CRÉDOC Centre de Recherche pour l'Etude et l'Observation des Conditions de Vie, févr. 2010.

- BIGOT, Régis. (2009). « Le logement pèse de plus en plus dans le budget des ménages européens ». *Informations Sociales*, oct. 2009, n° 155, p. 14-23.
- BLÉRON, Laurent. (2009). *Recherche bois à l'ENSAM*. Entretien réalisé par CHAMODOT, Mathilde, CLOQUET, Basile, Cluny, 9 juill. 2009.
- BLOCALIANS. « Blocalians ». [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://www.blocalians.fr/> > (consulté le 10 janvier 2012)
- BODINEAU, L., POUET, J.C. (2006). *Etude bibliographique sur la combustion de produits issus de cultures annuelles (blé, paille, maïs)*. [s.l.] : ADEME, Direction des énergies renouvelables, des Réseaux et des Marchés énergétiques, mars 2006.
- BOIS-SOULIER, Gaëlle, CHAMODOT, Mathilde, CLOQUET, Basile. (2006). *Entre serre et terre*. Mémoire de Projet de Fin d'Études en architecture. Grenoble : École Nationale supérieure d'architecture, 2006. 162 p.
- BONNET, Frédéric, CLÉMENT, Guillaume. (2008). « Cinq pistes pour une ville économe et durable ». *Urbanisme*, oct. 2008, n° 362, p. 52-56.
- BONTRON, Jean-Claude. (2011). « Évolution des territoires ruraux et problématique de l'habitat ». In : *Rencontres de RELIER, Eco-habiter solidaire en milieu rural*. Glux-en-Glenne : RELIER Réseau d'expérimentation et de liaison des initiatives en espace rural, 7 avr. 2011.
- BOQUET, Anne, PATRIAT, François, LANDEL, Olivier. (2011). *CAPéCO pour la Filière Pierre en Roche Ornementale en Bourgogne*. [s.l.] : État Français, La région Bourgogne, Association Pierre de Bourgogne, 7 avr. 2011.
- BOREL, F., CABESTAN, J.F., CAILLIAU, A., et al. (2012). *Faut-il démolir le patrimoine du XXe siècle ?* [s.l.] : [s.n.], juill. 2012.
- BOUCHAIN, Patrick, JULIENNE, Loïc, CONCORDET, Nicole, et al. (2010). *Construire ensemble le grand ensemble : habiter autrement*. Arles : Actes Sud, 2010. 72 p. L'impensé.
- BOUCHAIN, Patrick, JULIENNE, Loïc, EYMARD, Sébastien. (2010). *Les Bogues du Blat, Construire, habiter, vivre ensemble autrement à Beaumont, Ardèche*. [s.l.] : [s.n.], sept. 2010.
- BOUCHAIN, Patrick, JULIENNE, Loïc, WALDSCHMIDT, Pascal. (2010). « Construire autrement : l'expérience du hameau du Blat (Beaumont, 07) ». In : *Colloque-atelier « Projets de campagnes, Habiter aujourd'hui et demain l'espace rural »*. Jaujac : École Nationale Supérieure d'Architecture de Saint Étienne, Parc Naturel Régional des Monts d'Ardèche, 28 oct. 2010.
- BOUCHAIN, Patrick. (2006). *Construire autrement : comment faire ?*. Arles : Actes Sud, 2006. 190 p. L'impensé. ISBN : 2-7427-6388-0.
- BOUDARD, Muriel, GUILBERT, Philippe, LEROY, Philippe, et al. (2006). *Parc naturel régional du Morvan*. Paris : Gallimard, 2006. 192 p. Guides Gallimard. ISBN : 2-74-241393-6.
- LE BOUILLONNEC, Jean-Yves, AMAZZANE, Habiba, JIRY, Julien. (2010). *Logement, le bien premier*. Paris : Fondation Jean Jaurès, 2010. 109 p. Les Essais. ISBN : 978-2-36244-005-2.

- BOUILLOT, Michel. (1988a). *L'Habitat rural en Charolais-Brionnais*. Pierreclos : Foyers ruraux de Saône-et-Loire, 1988. 84 p. Au cœur de nos terroirs. ISBN : 2-907497-00-6.
- BOUILLOT, Michel. (1988b). *L'Habitat rural de la Côte chalonnaise*. Pierreclos : Foyers ruraux de Saône-et-Loire, 1988. Au cœur de nos terroirs. ISBN : 2-907497-01-4.
- BOUILLOT, Michel. (1990c). *L'habitat rural dans la plaine chalonnaise*. Pierreclos : Foyers ruraux de Saône-et-Loire, 1990. 137 p. Au cœur de nos terroirs. ISBN : 2-907497-02-2.
- BOUILLOT, Michel. (1991d). *L'habitat rural autour de Mâcon*. Pierreclos : Foyers ruraux de Saône-et-Loire, 1991. 166 p. Au cœur de nos terroirs. ISBN : 2-907497-03-0.
- BOUILLOT, Michel. (1992e). *L'Habitat rural au pays de Cluny*. Pierreclos : Foyers ruraux de Saône-et-Loire, 1992. 252 p. Au cœur de nos terroirs. ISBN : 2-907497-04-9.
- BOUILLOT, Michel. (1996f). *L'habitat rural en Autunois-Morvan*. Pierreclos : Foyers ruraux de Saône-et-Loire, 1996. 260 p. Au cœur de nos terroirs. ISBN : 2-907497-08-1.
- BOULANGER, Vincent. (2008). « Le Chênelet, apprendre à se construire, le Chênelet prend l'habitat social à bras le corps ». *La Maison écologique*, janv. 2008, n° 48, p. 44-47.
- BOULLIER, Julien. (2009). *Direction de l'environnement du CG71*. Entretien réalisé par CHAMODOT, Mathilde, CLOQUET, Basile, Mâcon, 30 avr. 2009.
- BOURGOGNE DÉVELOPPEMENT. (2009). *Formations dans le secteur du bois en Bourgogne* [En ligne]. [s.l.] : [s.n.], 2009. Disponible sur : < <http://www.region-bourgogne.fr/> > (consulté le 9 septembre 2009)
- BOUSQUET, Luc, LAGADEC, Armelle, KEMPF, Mathilde. (2011). « Atelier 4 Quel développement des territoires ruraux à partir de leurs propres ressources ? » In : *Colloque-atelier « Vers un nouveau cycle de vie des territoires ruraux »*. Saint-Chamond : École Nationale Supérieure d'Architecture de Saint Étienne, 28 oct. 2011.
- BOUTIN, Marie-Pierre, FLAMIN, Cyril, QUINTON, Samuel, et al. (2006). *Etude des caractéristiques environnementales du chanvre par l'analyse de son cycle de vie* [En ligne]. [s.l.] : Ministère de l'agriculture et de la pêche, sept. 2006. Disponible sur : < http://agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/chanvre_rapport_final_d235d.pdf > (consulté le 6 juin 2012)
- BRENOT, Michel. (2009). *Scierie Brenot*. Entretien réalisé par CHAMODOT, Mathilde, CLOQUET, Basile, Le Puley, 19 mars 2009.
- BRETIN, Vincent. (2010). « Table ronde n°1 : Le logement, attractivité et revitalisation des territoires ? » In : *États généraux du logement de Saône-et-Loire, « des logements de qualité pour tous »*. Montceau-les-Mines : ADIL 71 Agence Départementale d'Information sur le Logement de Saône-et-Loire, 20 sept. 2010.
- BRUNDTLAND, Gro Harlem, LINCOLN, Clifford, GAGNON, Luc, et al. (1987). *Notre avenir à tous*. Montréal : Éd. du Fleuve, Publications du Québec, 1987.
- BUCAILLE, Richard, LÉVI-STRAUSS, Laurent, CUISENIER, Jean. (1980). *L'Architecture rurale française : corpus des genres, des types et des variantes, Bourgogne*. Paris : Berger-Levrault, 1980. 325 p. ISBN : 2-7013-0343-5.

- BUZAN, Tony, BUZAN, Barry. (1993). *The Mind Map Book*. Londres : BBC Books, 1993. 320 p. ISBN : 0-563-36373-8.
- CAILLE, Emmanuelle, ARNOLD, Françoise. (2006). « Mulhouse : retour à la cité manifeste ». *D'Architectures*, févr. 2006, n° 152, p. 60-71.
- CAIRON, Denis. (2011). « Édito ». *CB infos, lettre du réseau Compagnons Bâtisseurs*, sept. 2011, n° 11, p. 4.
- CANEDI, Cyrille, CANEDI, Françoise. (2010). *Autoconstructeurs*. Entretien réalisé par CHAMODOT, Mathilde, CLOQUET, Basile, Trambly, 21 avr. 2010.
- CANPOLAT, Cécile, FAYMAN, Sonia, TROCHE, Jean-Pierre, et al. (2008). *Le maintien et l'accession à la propriété des ménages très modestes, Conditions de réussite et propositions*. [s.l.] : Fondation de France, oct. 2008.
- CAUDERAY, Elsa, FUCHS, Stéphane, KRUMM, Olivier. (2009). *La construction en botte de paille, Étude de faisabilité, Lausanne* [En ligne]. [s.l.] : ATBA, 2009. Disponible sur : < www.atba.ch/articles/Etude2.pdf > (consulté le 7 septembre 2009)
- CAUDERAY, Elsa, HOSTA, Julien, SONDEREGGER, Marco. (2011). *Maison en paille, terre et bois à Vers chez les blancs*. Entretien réalisé par CHAMODOT, Mathilde, CLOQUET, Basile, Lausanne, 7 mai 2011.
- CAUDERAY, Pierre, RIGASSI, Vincent, HOSTA, Julien, et al. (2009). « Construire en paille ». *Tracés, bulletin technique de la suisse romande, SIA*, sept. 2009, n° 17, p. 4-26.
- CAUE 71, Conseil d'architecture d'urbanisme et de l'environnement de Saône-et-Loire, Union régionale des conseils d'architecture d'urbanisme et de l'environnement de Bourgogne. (2008). *Guide d'architecture en Bourgogne : 1893-2007*. Paris : Picard, 2008. 398 p. ISBN : 978-2-7084-0821-0.
- CAUE 71, Conseil d'architecture d'urbanisme et de l'environnement de Saône-et-Loire. (2001a). *D'un paysage... à l'autre, interpréter les paysages de Saône et Loire*. [s.l.] : Conseil Général de Saône-et-Loire, 2001. 113 p.
- CAUE 71, Conseil d'architecture d'urbanisme et de l'environnement de Saône-et-Loire. (2001b). *Construire en Bresse*. [s.l.] : [s.n.], janv. 2001.
- CAUE 71, Conseil d'architecture d'urbanisme et de l'environnement de Saône-et-Loire. (2007c). *L'insertion paysagère des bâtiments agricoles en Saône-et-Loire*. [s.l.] : [s.n.], 2007. 64 p.
- CAUE 71, Conseil d'architecture d'urbanisme et de l'environnement de Saône-et-Loire. (2010d). *Maison d'habitation - 2nde moitié du XIXe siècle - pisé de terre - bassin minier - Compagnie des Mines de Blanzay*. [s.l.] : [s.n.], 19 mars 2010.
- CAUE 71, Conseil d'architecture d'urbanisme et de l'environnement de Saône-et-Loire. *Fiche CAUE 71 : Maison d'habitation, Côtes Chalonnaises, Maître d'ouvrage privé*. [s.l.] : [s.n.],
- CCI 71, Chambre de Commerce et d'Industrie de Saône-et-Loire. (2008a). *La filière bois en Saône et Loire*. [s.l.] : [s.n.], 2008.

- CCI 71, Chambre de Commerce et d'Industrie de Saône-et-Loire. (2010b). *Chiffres clés Saône-et-Loire*. [s.l.] : [s.n.], 2010.
- CENTRE DE RESSOURCES DU DÉVELOPPEMENT TERRITORIAL. (2010). *Le bois local dans l'urbanisme et la construction - Pistes d'actions pour développer l'économie des territoires ruraux*. [s.l.] : [s.n.], oct. 2010.
- CERDD, Centre Ressource Développement Durable. (2008a). *Modes de vie urbains durables, Freiburg : les habitants au cœur de la décision*. [s.l.] : [s.n.], 2008.
- CERDD, Centre Ressource Développement Durable. (2011b). *Économie territoriale durable, Manifeste pour une économie qui revitalise le territoire*. [s.l.] : [s.n.], mai 2011.
- CERTU, Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques. (2007). *Qualité urbaine, Vers des formes urbaines d'habitat individuel dense, guide de 20 opérations*. [s.l.] : [s.n.], Décembre 2007.
- CG 71, Conseil général de Saône-et-Loire, CLOQUET, Basile, CHAMODOT, Mathilde. (2011). *Un prototype d'habitat écologique et économique, un projet collaboratif*. [s.l.] : CG 71 Conseil général de Saône-et-Loire, janv. 2011.
- CG 71, Conseil général de Saône-et-Loire, PRÉFECTURE DE SAÔNE-ET-LOIRE. (2006). *Plan Départemental d'Actions pour le Logement des Personnes Défavorisées de Saône-et-Loire 2006-2010*. [s.l.] : [s.n.], 2006.
- CG 71, Conseil général de Saône-et-Loire. (2011a). *Plan Départemental de l'Habitat de Saône-et-Loire 2011 – 2016, Projet de Diagnostic*. [s.l.] : [s.n.], avr. 2011.
- CG 71, Conseil général de Saône-et-Loire. (2011b). *Politique Sociale de l'habitat, rapport d'orientation*. [s.l.] : [s.n.], janv. 2011.
- CHABANNE, Julien. (2006). *Une ossature bois spécifique aux remplissages*. Mémoire de Diplôme de Spécialisation et d'Approfondissement en Architecture de Terre. Grenoble : École Nationale Supérieure d'Architecture, 29 sept. 2006. 91 p.
- CHAINTRON, Rémi. (2010a). « Le Conseil général s'investit pour le logement de demain ». *Saône-et-Loire info*, sept. 2010, n° 19, p. 11.
- CHAINTRON, Rémi. (2011b). « Le Département de Saône-et-Loire gestionnaire responsable, volontaire et solidaire ». *Saône-et-Loire info*, déc. 2011, n° 33, p. 11.
- CHALAYER, Maurice. (2009). *Observatoire des métiers de la scierie*. Entretien réalisé par CHAMODOT, Mathilde, CLOQUET, Basile, Galerie Européenne de la Forêt et du Bois, 25 juin 2009.
- CHAMBRE DES MÉTIERS ET DE L'ARTISANAT DE SAÔNE-ET-LOIRE. (2010). « Construction d'un prototype de bâtiment éco-responsable ». *Métiers en Saône-et-Loire*, déc. 2010, n° 41, p. 21.
- CHAMODOT, Mathilde, CLOQUET, Basile. (2008a). *Modes d'habiter, cultures constructives et habitat de demain au pays Dogon*. Mémoire de Diplôme de Spécialisation et d'Approfondissement en Architecture de Terre. Grenoble : École Nationale Supérieure d'Architecture, 2008. 251 p.

- CHAMODOT, Mathilde, CLOQUET, Basile. (2010b). *Exposition : Habitat éco-responsable en Saône-et-Loire, Filière bois, quelles formes d'habitat économique et écologique ?* [s.l.] : [s.n.], 2010.
- CHAMODOT, Mathilde, CLOQUET, Basile. (2010c). « Une filière bois courte, incontournable pour un habitat éco-responsable en Saône-et-Loire ». Galerie Européenne de la Forêt et du Bois : [s.n.], 2010.
- CHAMODOT, Mathilde, CLOQUET, Basile. (2011d). « Quelles stratégies pour un habitat accessible économiquement en Saône-et-Loire ? » Galerie Européenne de la Forêt et du Bois : [s.n.], 2011.
- CHAMODOT, Mathilde, CLOQUET, Basile. (2011e). *Exposition : Quelles stratégies pour un habitat économique ?, matière à réflexion.* [s.l.] : [s.n.], 2011.
- CHAMODOT, Mathilde, CLOQUET, Basile. (2012f). « Quel habitat de demain en Saône-et-Loire ? Matière à réflexion ». Galerie Européenne de la Forêt et du Bois : [s.n.], 2012.
- CHAMODOT, Mathilde, CLOQUET, Basile. (2012g). *Exposition : Quel habitat de demain en Saône-et-Loire ? Support pour une réflexion collective.* [s.l.] : [s.n.], 2012.
- CHAMPAGNE, Aurélie. (2012). « Chemetov : « Le mauvais logement est une machine à briser les gens » ». *Rue 89* [En ligne], 14 sept. 2012, Disponible sur : < <http://www.rue89.com/rue89-culture/2012/09/14/paul-chemetov-le-mauvais-logement-est-une-machine-briser-les-gens-235328> > (consulté le 19 septembre 2012)
- CHARIGNON, Christian. (2008). *Relevé de quelques dispositions réglementaires freinant la construction de bâtiments tendant vers le « passif » et le « durable ».* [s.l.] : [s.n.], 21 janv. 2008.
- CHAUVIN, Lionel. (2010). *Modèles de cartes cognitives étendues aux notions de contexte et d'échelle.* Thèse de doctorat en informatique. Angers : Université Angers, 2010. 140 p.
- CHÊNELET CONSTRUCTION. « Quatre logements sociaux à Saint-Denis ». In : *Chênelet Construction* [En ligne], [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://www.chenelet.org/realisation/2007/quatre-logements-sociaux-%C3%A0-saint-denis-93200> > (consulté le 10 février 2011)
- CLAIREFOND, Eric. (2011). « Les atouts du processus industriel ». *Constructif* [En ligne], févr. 2011, n° 28. Disponible sur : < http://www.constructif.fr/bibliotheque/2011-2/les-atouts-du-processus-industriel.html?item_id=3087 > (consulté le 6 novembre 2008)
- CLOQUET, Basile, CHAMODOT, Mathilde, CG 71, Conseil général de Saône-et-Loire. (2009a). *Habitat écoresponsable en Saône-et-Loire, lettre n°1* [En ligne]. [s.l.] : CG 71 Conseil général de Saône-et-Loire, avr. 2009. Disponible sur : < http://www.gefb-cg71.com/jahia/webdav/site/internet_gefb71/shared/06_images/Lettre%20info%201.pdf > (consulté le 11 décembre 2009)

- CLOQUET, Basile, CHAMODOT, Mathilde, CG 71, Conseil général de Saône-et-Loire. (2009b). *Habitat écoresponsable en Saône-et-Loire, lettre n°2* [En ligne]. [s.l.] : CG 71 Conseil général de Saône-et-Loire, sept. 2009. Disponible sur : < http://www.gefb-cg71.com/jahia/webdav/site/internet_gefb71/shared/06_images/Lettre%20info%202.pdf > (consulté le 11 décembre 2012)
- CLOQUET, Basile, CHAMODOT, Mathilde, CG 71, Conseil général de Saône-et-Loire. (2010c). *Habitat écoresponsable en Saône-et-Loire, lettre n°3* [En ligne]. [s.l.] : CG 71 Conseil général de Saône-et-Loire, janv. 2010. Disponible sur : < http://www.gefb-cg71.com/jahia/webdav/site/internet_gefb71/shared/06_images/Lettre%20info%203.pdf > (consulté le 11 décembre 2010)
- CLOQUET, Basile, CHAMODOT, Mathilde, CG 71, Conseil général de Saône-et-Loire. (2010d). *Habitat écoresponsable en Saône-et-Loire, lettre n°4*. [s.l.] : CG 71 Conseil général de Saône-et-Loire, sept. 2010.
- CLOQUET, Basile, CHAMODOT, Mathilde, CG 71, Conseil général de Saône-et-Loire. (2011e). *Habitat écoresponsable en Saône-et-Loire, lettre n°5*. [s.l.] : CG 71 Conseil général de Saône-et-Loire, janv. 2011.
- CMA 71, Chambre de Métiers et de l'Artisanat de Saône-et-Loire. (2010). *Année 2009, Les chiffres clés de l'artisanat, L'activité de la Chambre de Métiers et de l'Artisanat*. [s.l.] : [s.n.], avr. 2010.
- COINTERAUX, François. (1791). *École d'architecture rurale, Second cahier, dans lequel on traite: 1o. de l'art du pisé ou de la massivation, 2o. des qualités des terres propres au pisé, 3o. des détails de la main d'œuvre, 4o. du prix de la toise, 5o. des enduits, 6o. des peintures*. Paris : Cointeraux, Niodot, 1791. 106 p.
- COLAS, Anne-Sophie. (2009). *Mécanique des murs de soutènement en pierre sèche : Modélisation par le calcul à la rupture et expérimentation échelle 1*. Thèse de doctorat en génie mécanique. Ecullly : École Centrale Lyon, 2009. 252 p.
- COLAS, Jean-Yves, COLAS, Guy. (2009). *Scierie Colas*. Entretien réalisé par CHAMODOT, Mathilde, CLOQUET, Basile, Bosjean, 24 juin 2009.
- COLBOC, Emmanuelle, CARPENTIER, Catherine. (2010). « Construire des logements en 2010 : une loi handicapante ». *Revue du Syndicat de l'architecture* [En ligne], 25 nov. 2010, n° 17. Disponible sur : < <http://www.metropolitiques.eu/Construire-des-logements-en-2010.html> > (consulté le 17 avril 2011)
- COLLECTIF VILLE CAMPAGNE. (2008). *Quelles politiques d'accueil pour quelle attractivité durable des territoires ruraux ?* [s.l.] : [s.n.], déc. 2008.
- COLLET, Robert, BLÉRON, Laurent, ENSAM CLUNY. (2007). « Dossier : Les matériaux reconstitués : un atout pour valoriser la ressources ». *DOUGLAS infos, lettre de liaison des adhérents de France Douglas*, juin 2007, n° 14.
- COLLET, Robert. (2009). *Recherche bois à l'ENSAM*. Entretien réalisé par CHAMODOT, Mathilde, CLOQUET, Basile, Cluny, 20 juill. 2009.
- COLLOT, Patrick. (2009). *Entreprise de menuiserie La Boutique à bois*. Entretien réalisé par CHAMODOT, Mathilde, CLOQUET, Basile, Saint-Martin-la-Patrouille, 23 déc. 2009.

- COMBE, Emmanuel. (2011). « Cinq idées reçues sur le « low cost » ». *Constructif* [En ligne], févr. 2011, n° 28. Disponible sur : < http://www.constructif.fr/bibliotheque/2011-2/cinq-idees-recues-sur-le-%C2%AB-low-cost-%C2%BB.html?item_id=3078 > (consulté le 6 novembre 2008)
- COMMUNITY SELF BUILD AGENCY. (2011). « Community Self Build Agency ». [s.l.] : [s.n.], 2011. Disponible sur : < <http://www.communityselfbuildagency.org.uk/> > (consulté le 9 janvier 2012)
- LES COMPAILLONS. « Réseau Français de la Construction en Paille ». [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://www.compallons.eu/> > (consulté le 9 septembre 2012)
- CONSEIL ÉCONOMIQUE ET SOCIAL DE BOURGOGNE. (2001). *Les industries de deuxième transformation du bois*. [s.l.] : [s.n.], juin 2001.
- CONSEIL GÉNÉRAL DE LA HAUTE GARONNE. (2007). *Au fil du Chanvre*. [s.l.] : [s.n.], sept. 2007.
- CONSEIL RÉGIONAL DE BOURGOGNE. (2009a). *Bourgogne 2030, des territoires, une trajectoire. Éléments de réflexion préparatoires et premières propositions d'orientation. Pour une stratégie régionale d'aménagement et de développement durable du territoire*. [s.l.] : [s.n.], 2009.
- CONSEIL RÉGIONAL DE BOURGOGNE. (2009b). *Éco villages avenir, des projets durables en faveur du logement locatif* [En ligne]. [s.l.] : [s.n.], 2009. Disponible sur : < <http://www.region-bourgogne.fr/ECO-VILLAGES-AVENIR,608,5600> > (consulté le 10 avril 2010)
- CONSEIL RÉGIONAL DE BOURGOGNE. (2011c). « Réunion Inter-filière construction – plan Bâtiments de demain ». Dijon : [s.n.], 16 sept. 2011.
- CONTAL, Marie-Hélène, REVEDIN, Jana, HERZOG, Thomas. (2009). *Architectures durables : une nouvelle éthique pour l'architecture et la ville*. Paris : Le Moniteur, 2009. 179 p.
- CONTAL, Marie-Hélène. (2007a). « Wang Shu, contre-portrait chinois ». In : *LeMoniteur.fr* [En ligne], [s.l.] : [s.n.], 13 juin 2007. Disponible sur : < <http://www.lemoniteur.fr/153-profession/article/portrait/539738-wang-shu-contre-portrait-chinois> > (consulté le 8 janvier 2010)
- CONTAL, Marie-Hélène. (2008b). « Philippe Samyn invente de nouveaux “indicateurs” ». *Cyber Archi* [En ligne], 5 mars 2008, Disponible sur : < <http://www.cyberarchi.com/actus&dossiers/index.php?dossier=81&article=11465> > (consulté le 27 novembre 2009)
- CONTAL, Marie-Hélène. (2011c). « Plan d'eau du Lambon à Prailles, infiltrer le système ». *D'Architectures*, mai 2011, n° 200, p. 54-57.
- CONTET, Lucie. (2011). *Evaluation environnementale par un industriel fabricant : exploration, complexité et enjeux*. [s.l.] : [s.n.], avr. 2011.
- CONTEVILLE, Lucie. (2009). *Les éco-matériaux en France, état des lieux et enjeux dans la rénovation thermique des logements*. [s.l.] : Les amis de la Terre, 2009.
- LE CORBUSIER. (1924). *Vers une architecture*. Paris : Vincent, 1924. 243 p. L'esprit nouveau.

- CORNU, Claire, DOMBRE, Marc, DOMINIQUE, Florence. (2011). *Savoir-faire pierre sèche et label UNESCO*. [s.l.] : [s.n.], 18 juill. 2011.
- COSTANZO, Sabrina, RABINOVICH, Adriana. (2010). « Habitat coopératif, une troisième voie pour l'accès au logement ? » *Territoires*, mai 2010, n° 508, p. 23-37.
- COUILLEROT, Évelyne. (2010). « Table ronde n°3 : Jeunes, ruraux, personnes âgées, handicapées... les oubliés du logement ? » In : *États généraux du logement de Saône-et-Loire, « des logements de qualité pour tous »*. Montceau-les-Mines : ADIL 71 Agence Départementale d'Information sur le Logement de Saône-et-Loire, 20 sept. 2010.
- COURGEY, Samuel, FFB, Fédération française du bâtiment. (2010). *Maisons bois, chanvre et paille, sur la commune de Montholier : une expérimentation matériaux renouvelables*. Paris : SEBTP, 2010. 41 p. Collection Recherche, développement, métier. ISBN : 978-2-35917-019-1.
- COURGEY, Samuel, OLIVA, Jean-Pierre. (2006). *La conception bioclimatique : des maisons économes et confortables en neuf et en réhabilitation*. Mens : Terre vivante, 2006. 239 p. ISBN : 2-914717-21-0.
- DE COURSON, Jacques. (1999). *La prospective des territoires : concepts, méthodes, résultats*. Lyon : CERTU Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques, 1999. 124 p. Débats. ISBN : 2-8410-7323-8.
- LE COUTOUR, Marie-Hélène. (2010). « Bilan général des PER 2007 ». In : *Journée d'échange et de débat PER écopôle bois de la-Roche-en-Brénil*. La-Roche-en-Brénil : [s.n.], 26 mars 2010.
- COVRE, Philippe. (2009). *Entreprise Covre charpente*. Entretien réalisé par CHAMODOT, Mathilde, CLOQUET, Basile, Chagny, 30 oct. 2009.
- CRPF BOURGOGNE, Centre Régional de la Propriété Forestière Bourgogne. (2007). *Schéma régional de gestion sylvicole en Bourgogne*. [s.l.] : [s.n.], 2007.
- CRPF RHÔNE-ALPES, Centre régional de la propriété forestière Rhône-alpes. (2010). *Le robinier faux-acacia, un feuillu dur à valoriser*. [s.l.] : [s.n.], nov. 2010.
- CRPF. (2011). « Centre Régional de la Propriété Forestière de Bourgogne ». [s.l.] : [s.n.], 2011. Disponible sur : < <http://www.foret-de-bourgogne.org/index/action/page/id/10> > (consulté le 3 février 2011)
- CRUZILLE, Guillaume. (2010). *Entreprise Fargeot lamellé-collé*. Entretien réalisé par CHAMODOT, Mathilde, CLOQUET, Basile, Verosvres, 20 janv. 2010.
- CSTB, Centre scientifique et technique du bâtiment. « Amiante : une attention sans relâche ». In : *CSTB* [En ligne], [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://www.cstb.fr/archives-webzine/batiment-et-sante-pollutec/amiante-une-attention-sans-relache.html> > (consulté le 9 janvier 2012)
- CSTB, Centre scientifique et technique du bâtiment. (2009). *Développement de l'usage du bois dans la construction, Obstacles Réglementaires & Normatifs Bois Construction*. [s.l.] : [s.n.], août 2009.

- CUENDET, DACCORD. (2007). *Lutz Architectes* [En ligne]. [s.l.] : [s.n.], 2007. Disponible sur : < <http://lutz-architecte.ch/fr/administrations-industries/projet/show/Building/green-offices-minergie-p-eco/index.htm> > (consulté le 12 janvier 2012)
- DANA, Karine. (2004a). « Cinq architectes à Nantes : stratégies d'appropriation ». *Le Moniteur architecture, AMC*, févr. 2004, n° 140, p. 63-67.
- DANA, Karine. (2006b). « Jean-Baptiste Barache, maison dans un champ, Auville ». *Le Moniteur architecture, AMC*, mars 2006, n° 159, p. 78-81.
- DARMON, Olivier. (2006a). *Archi pas chère : 20 maisons d'aujourd'hui à 100 000 euros*. Rennes : Ouest-France, 2006. 143 p.
- DARMON, Olivier. (2007b). *Archi pas chère : 20 maisons d'aujourd'hui à 100 000 euros Tome 2*. Rennes : Ouest-France, 2007. 141 p.
- DARMON, Olivier. (2009c). *Archi pas chère : 20 maisons bois*. Rennes : Ouest-France, 2009. 141 p.
- DARMON, Olivier. (2011d). *Archi pas chère : nouvelles maisons économiques*. Rennes : Ouest-France, 2011. 141 p.
- DATAR, Délégation à l'Aménagement du Territoire et à l'Action Régionale. (2001). *Réseaux d'entreprises et territoires : regards sur les systèmes productifs locaux*. Paris : la Documentation française, 2001. 181 p. Études et recherches - DATAR. ISBN : 2-11-004769-0.
- DAUBER, Marc. (2009a). *Architecte Dauber*. Entretien réalisé par CHAMODOT, Mathilde, CLOQUET, Basile, Le Creusot, 24 déc. 2009.
- DAUBER, Marc. (2010b). « Défendre l'architecture ». In : *Conférence-débat : Villes, villages et logements durables, Savoir s'étendre sans se répandre*. Montceau-les-Mines : CAUE 71 Conseil d'architecture d'urbanisme et de l'environnement de Saône-et-Loire, 8 avr. 2010.
- DAUBER, Marc. (2010c). « Table ronde n°2 : Habitat durable, la croissance verte pour tous ? » In : *États généraux du logement de Saône-et-Loire, « des logements de qualité pour tous »*. Montceau-les-Mines : ADIL 71 Agence Départementale d'Information sur le Logement de Saône-et-Loire, 20 sept. 2010.
- DAVEZIES, Laurent, WIEL, Marc, HOORENS, Dominique, et al. (2001). « Dossier L'habitat social dans la prospective territoriale ». *Habitat et société*, sept. 2001, n° 63, p. 12-57.
- DAVEZIES, Laurent. (2008). *La République et ses territoires : la circulation invisible des richesses*. Paris : Seuil, 2008. 109 p. La République des idées.
- DDAF, Direction départementale de l'agriculture et de la forêt de Saône-et-Loire, Service de développement rural et de valorisation de données. (2008). *La forêt en Saône-et-Loire, éléments de diagnostic pour un développement durable*. [s.l.] : [s.n.], févr. 2008.

- DDE 71, Direction Départementale de l'Équipement de Saône-et-Loire. (2008). *Les impacts d'une gare TGV sur un territoire* [En ligne]. [s.l.] : [s.n.], 2008. Disponible sur : < <http://www.saone-et-loire.equipement.gouv.fr/effet-d-une-gare-tgv-sur-un-a906.html> > (consulté le 14 mars 2012)
- LES AMIS DE LA TERRE. (2010). *Position du WWF et de Amis de la Terre sur les Fiches de Déclaration Environnementale et Sanitaire des produits de construction*. [s.l.] : [s.n.], 15 juin 2010.
- DEAN, Andrea Oppenheimer, HURSLEY, Timothy, CHUA, Lawrence, et al. (2002). *Rural Studio : Samuel Mockbee and an architecture of decency*. New-York : Princeton Architectural Press, 2002. 185 p. ISBN : 1-568-98292-5.
- DEAN, Andrea Oppenheimer, HURSLEY, Timothy. (2005). *Proceed and be bold : Rural Studio after Samuel Mockbee*. New-York : Princeton Architectural Press, 2005. 175 p. ISBN : 1-568-98500-2.
- DEBRAY, Mathieu. (2005). *Habiter en Morvan, un pays en héritage. Guide de rénovation et de construction*. [s.l.] : Parc Naturel Régional du Morvan, 2005. 37 p.
- DEMAIN !, la télévision des initiatives. (2011). *Programme MASTER (mobilité, accueil et stratégies territoriales des espaces ruraux)* [En ligne]. [s.l.] : [s.n.], 2011. Disponible sur : < http://www.installation-campagne.fr/actualite-Colloque-Scientifique---et--decembre---L_YON-494.html > (consulté le 26 octobre 2011)
- DENIS, Gilles. (2009). *Économiste qui travaille sur le projet OUTsiders*. Entretien réalisé par CHAMODOT, Mathilde, CLOQUET, Basile, Mâcon, 9 déc. 2009.
- DERDEK, Noria, UHRY, Marc. (2007). « Une France de propriétaires ? » *Le Monde* [En ligne], 2 nov. 2007, Disponible sur : < www.habicoop.fr/IMG/pdf/Une_France_de_proprietaires-2.pdf > (consulté le 14 janvier 2009)
- DESGRANDCHAMPS, Guy, LE ROY, Bernard, LE ROY, Marine, et al. (2008). *Recherche PUCA, Habitat pluriel : densité, urbanité, intimité ; Lotir les lotissements. Conditions architecturales, urbanistiques et sociologiques de la densification douce de l'habitat individuel*. [s.l.] : [s.n.], juill. 2008.
- DESSANDIER. (2006). *Mémento des pierres ornementales & de construction de la région Bourgogne - Rapport final*. [s.l.] : [s.n.], sept. 2006.
- DESVEAUX, Delphine. (2009). « 2006, Cité Manifeste, Mulhouse (68) ». *Habitat et société*, déc. 2009, n° 56, p. 46-49.
- DÉTROIT, Anne, VALETTE, Caroline, PICHOT, Pierrick. (2011). *Le transport fluvial : un atout pour une bonne gestion des granulats terrestres et marins et des matériaux de carrières* [En ligne]. [s.l.] : [s.n.], sept. 2011. Disponible sur : < <http://www.lafarge-france.fr/fiche-transport-fluvial-granulat-lafarge.pdf> > (consulté le 22 mai 2012)
- DEVAUX, Camille. (2012). « De l'expérimentation à l'institutionnalisation : l'habitat participatif à un tournant ? » *Métropolitiques* [En ligne], 23 janv. 2012, Disponible sur : < <http://www.metropolitiques.eu/De-l-experimentation-a-l.html> > (consulté le 27 janvier 2012)

- DILLARD, Léa, ROBIN, Vincent, BELLEOUD, Pierre. (2009). *Outsiders ou comment habiter les saisons*. Mémoire de Projet de Fin d'Études en architecture. Grenoble : École Nationale Supérieure d'Architecture, 2009. 211 p.
- DIRECCTE BOURGOGNE. « L'industrie en Bourgogne ». [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://www.industrie-bourgogne.fr/> > (consulté le 3 février 2011)
- DIRECTION RÉGIONALE DE L'ÉQUIPEMENT BOURGOGNE, Service de l'Information Géographique et de l'Aménagement. (2008). *L'étalement urbain en Bourgogne, regard sur sa localisation entre 1996 et 2006, synthèse régionale*. [s.l.] : [s.n.], avr. 2008.
- DJEFAL, Sabrina, EUGÈNE, Sonia. (2004). *Etre propriétaire de sa maison, un rêve largement partagé, quelques risques ressentis*. [s.l.] : CRÉDOC Centre de Recherche pour l'Etude et l'Observation des Conditions de Vie, sept. 2004.
- DONNET, Anne-Michèle. (2005). « Cité manifeste... l'avenir du logement social ? » *Urbanisme*, déc. 2005, n° 345, p. 20-22.
- DONZEL, André, FRANÇOIS, Daniel, NAPOLEONE, Claude, et al. (2007). *Les prix fonciers et immobiliers en France*. [s.l.] : [s.n.], 2007.
- DONZELOT, Jacques. (2004). « La ville à trois vitesses, Gentrification, relégation, périurbanisation ». *Esprit*, mars 2004, n° 3, p. 14-39.
- DOUILLET, Anne-Cécile. (2003). « Les élus ruraux face à la territorialisation de l'action publique ». *Revue française de science politique*, août 2003, n° 53, p. 583-606.
- DOVILLAIRE, Alain. (2009). « Réunion de lancement du club d'entreprises Habitat Durable 71 ». In : *Club d'entreprises Habitat Durable*. Dompierre-les-Ormes : GG71, conseil général de Saône-et-Loire, 26 oct. 2009.
- DRAAF, Direction Régionale de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt de Bourgogne, SRISE, Service régional de l'information statistique et économique. (2008). *Production de bois et sciages en 2006*. [s.l.] : [s.n.], juin 2008.
- DRIANT, Jean-Claude. (2011a). « À quoi servent les logements neufs ? » *Métropolitiques* [En ligne], 26 janv. 2011, Disponible sur : < <http://www.metropolitiques.eu/A-quoi-servent-les-logements-neufs,63.html> > (consulté le 4 octobre 2011)
- DRIANT, Jean-Claude. (2011b). « Pourquoi manque-t-il des logements en France ? » *Métropolitiques* [En ligne], 23 sept. 2011, Disponible sur : < <http://www.metropolitiques.eu/Pourquoi-manque-t-il-des-logements.html> > (consulté le 4 octobre 2011)
- DRIRE BOURGOGNE, Direction régionale de l'industrie, de la recherche et de l'environnement de Bourgogne. (2001). *Schéma départemental des carrières de Saône-et-Loire*. Dijon : SODECOM, 05 2001.
- DRUOT, Frédéric, LACATON, Anne, VASSAL, Jean-Philippe. (2007). *Plus : les grands ensembles de logements : territoire d'exception*. Barcelona : Gustavo Gili, 2007. 264 p. ISBN : 84-252-2163-3.
- DUBUS, Nicolas. (2011). *Maison Dubus*. Entretien réalisé par GRANGER, Virginie, HENRY, Manuel, 12 janv. 2011.

- DUBUS, Nicolas. « Maison Dubus ». In : *Equilibre Agence d'Architecture* [En ligne], [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://www.equilibre38.com/EQU.Site%20Internet.Pages%20HTML/EQU.Site%20Internet.Maison%20Dubus.html> > (consulté le 12 décembre 2012)
- DUCA, Laurence. (2006). « Rêve de cabane ». *Architectures à Vivre*, déc. 2006, n° 33, p. 94-105.
- DUCERF, Jacques. (2009). « Réunion de lancement du club d'entreprises Habitat Durable 71 ». In : *Club d'entreprises Habitat Durable*. Dompierre-les-Ormes : GG71, conseil général de Saône-et-Loire, 26 oct. 2009.
- DUJOLS, Dominique, HOORENS, Dominique. (2011). « À la recherche du modèle économique du logement social ». *Métropolitiques* [En ligne], 28 sept. 2011, Disponible sur : < <http://www.metropolitiques.eu/A-la-recherche-du-modele.html> > (consulté le 4 octobre 2011)
- DUJOLS, Dominique, MÉHIRI, Soraya, REY, Henri, et al. (2008). « Dossier Logement : le temps des élus et des territoires ». *Habitat et société*, sept. 2008, n° 51, p. 24-61.
- DUJOLS, Dominique. (2011). « Le logement, élément structurant de l'aménagement du territoire ». *Habitat et société*, juin 2011, n° 62, p. 26-29.
- DUPAQUIER, Jacky, SOYER, Michel. (2004). *Agriculture et urbanisation en Bourgogne*. [s.l.] : Conseil économique et social de Bourgogne, 15 déc. 2004.
- DUPUY, Guilhem. (2011). « Industrialisation du bâtiment : quelles limites ? » *Constructif* [En ligne], févr. 2011, n° 28. Disponible sur : < http://www.constructif.fr/bibliotheque/2011-2/industrialisation-du-batiment-quelles-limites.html?item_id=3088 > (consulté le 6 novembre 2008)
- ÉCO-MUSÉE DE LA BRESSE BOURGUIGNONNE. (1986). *La Bresse bourguignonne, guide de découverte*. [s.l.] : Éco-musée de la Bresse bourguignonne, 1986. 96 p.
- ESC DIJON, École Supérieure de Commerce Dijon Bourgogne. (2009). *La filière bois bourguignonne face à l'évolution du marché de la construction résidentielle en bois*. [s.l.] : [s.n.], 2009.
- ETD, Entreprises Territoires et Développement. (2009). *Le bois des forêts françaises, une opportunité de développement pour les territoires ruraux*. [s.l.] : [s.n.], févr. 2009.
- ETUDES ACTIONS, Développement urbain, territorial et social. (2004a). *Le logement des jeunes en Saône-et-Loire - Rapport n°1 : diagnostic*. [s.l.] : [s.n.], oct. 2004.
- ETUDES ACTIONS, Développement urbain, territorial et social. (2004b). *Le logement des jeunes en Saône-et-Loire - Rapport n°2 : Préconisations*. [s.l.] : [s.n.], déc. 2004.
- EYRAUD, Jean-Baptiste, REPENTIN, Thierry, RICHARD, Arnaud, et al. (2012). « Table-ronde : La crise du logement est-elle insoluble ? » In : *Les états généraux du renouveau*. Grenoble : Libération, 29 janv. 2012.
- FABRIQUES, Architectures Paysages. « Nouvelles friches bâties agricoles ». In : *Fabriques, Architectures Paysages* [En ligne], [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < http://www.fabriques-ap.net/?page_id=2197 > (consulté le 19 septembre 2012)

- FACK, Gabrielle. (2009). « L'évolution des inégalités entre ménages face aux dépenses de logement (1988 - 2006) ». *Informations Sociales*, 2009, n° 155, p. 70-79.
- FAREL, Alain. (2007). *Bâtir éthique et responsable*. Paris : Le Moniteur, 2007. 140 p. Questions d'architecture.
- FAYOLLE, Albane, VOURC'H, Anne, NATALI, Jean-Marc. (1990). *Nîmes Nemausus I : des logements à grandes surfaces*, Jean Nouvel - Jean Marc Ibos - Jean-Rémy Negre - Frédéric Chambon. Paris : Plan Construction et Architecture, 1990. 34 p. Expérimentations.
- FÉDÉRATION FRANÇAISE DU BÂTIMENT, ASSOCIATION CONSTRUIRE EN CHANVRE. (2007). *Construire en chanvre règles professionnelles d'exécution*. Paris : SEBTP, 2007. ISBN : 978-2-915162-44-8.
- FEHRENBACHER, Jill. « Architecture ». In : *inhabitat / Design For a Better World!* [En ligne], [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://inhabitat.com/architecture/> > (consulté le 12 janvier 2012)
- FELZINES, Cécile. (2005). *Le logement de demain, pour une meilleure qualité de vie*. [s.l.] : Conseil économique et social, 2005.
- FITOUSSI, Jean-Paul, LAURENT, Éloi. (2008). *La nouvelle écologie politique : économie et développement humain*. Paris : Seuil, 2008. 116 p. La République des idées. ISBN : 978-2-02-097719-7.
- LUC FLOISSAC. *Paille et Construction*. [s.l.] : [s.n.],
- FNARS BOURGOGNE, Fédération nationale des associations d'accueil et de réinsertion sociale de Bourgogne, IRTESS, Institut régional supérieur du travail éducatif et social de Bourgogne. (2009). *Étude sur les processus d'exclusion et d'insertion en milieu rural*. [s.l.] : [s.n.], 2009.
- FONDATION ABBÉ PIERRE. (2011). *L'état du mal logement en France, 16e rapport annuel*. Paris : Fondation Abbé Pierre, 2011. 250 p.
- FONDATION DE FRANCE. (2010). *Lettre d'intention « Eco-habitat » 2010*. [s.l.] : Fondation de France, 2010.
- FONTAINE, Laetitia, ANGER, Romain, DOAT, Patrice, et al. (2009). *Bâtir en terre : du grain de sable à l'architecture*. Paris : Belin, 2009. 223 p.
- FOURNIER, Roger. (2010). *Témoignage d'un ancien piseur de la commune de Valencogne en Isère*. Entretien réalisé par BÉGUIN, Mathilde, 22 juin 2010.
- FRANCE 3. *La carte mentale* [En ligne]. [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < http://www.dailymotion.com/video/x6o5ld_la-carte-mentale_tech#.UKT9io61nA0 > (consulté le 28 novembre 2012)
- FRANÇOIS, Jean-Claude, JOUBERT, Laurent, BOUHADDOU, Marie-Kenza. (2009). *Éco-quartier à Tournus, OPAC 71*. Entretien réalisé par CHAMODOT, Mathilde, CLOQUET, Basile, Galerie Européenne de la Forêt et du Bois, 19 juin 2009.
- FREITAS, Sébastien, GERVASONI, Francine, VIDAL, Élodie. (2006). *Habiter sous un parapluie*. Mémoire de Projet de Fin d'Études en architecture. Grenoble : École Nationale Supérieure d'Architecture, 2006.

- FREY, Pierre, BOUCHAIN, Patrick. (2010). *Learning from vernacular : pour une nouvelle architecture vernaculaire*. Arles : Actes sud, 2010. 173 p.
- FROMONOT, Françoise. (2003). *Glenn Murcutt : projets et réalisations 1962-2002*. Paris : Gallimard, 2003. 325 p. ISBN : 2-07-011762-6.
- LE GALL, Catherine. (2009). « Saint-Denis : l'habitat écologique accessible aux familles modestes ». *La Gazette des communes, des départements, des régions*, 28 sept. 2009, n° 1998, p. 41.
- GALY, Christophe. (2010). « Réunion du comité de pilotage Gamme Bois OPAC 71 ». Cluny : OPAC 71 Office public d'aménagement et de construction de Saône-et-Loire, 16 juin 2010.
- GARMIER, Pierre, GARMIER, Marc. (2009). *Scierie Garmier*. Entretien réalisé par CHAMODOT, Mathilde, CLOQUET, Basile, La Clayette, 24 juin 2009.
- GARNIER, Jacques, CAUE 71, Conseil d'architecture d'urbanisme et de l'environnement de Saône-et-Loire. (2007). *Paysages de Saône-et-Loire*. Semur-en-Auxois : Spiralint, 2007. 288 p.
- GAUDOIN, Cécile. (2008). « Notre but était de trouver un compromis entre écologie et économie ». 12 févr. 2008, Disponible sur : < <http://www.linternaute.com/femmes/decoration/architecture/dossier/0801-maison-bio/1.shtml> > (consulté le 12 mai 2009)
- GAUJARD. (2012). *Construire avec la paille : rêve ou réalité*. Châtillon-sur-Chalaronne : [s.n.], 10 févr. 2012.
- GAUZIN-MÜLLER, Dominique, FAVET, Nicolas, MAES, Pascale. (2001). *L'architecture écologique*. Paris : Le Moniteur, 2001. 287 p. ISBN : 2-281-19137-0.
- GAUZIN-MÜLLER, Dominique, RAMBERT, Francis, CONTAL, Marie-Hélène, et al. (2009). *Habiter écologique : quelles architectures pour une ville durable ?*. Arles : Actes Sud, Cité de l'Architecture et du Patrimoine, 2009. 412 p.
- GAUZIN-MÜLLER, Dominique, RANTOS, Marie-Anick, LEFÈVRE, Pierre. (2011). « Dossier Logement social et durable ». *Ecologik*, nov. 2011, n° 23, p. 52-87.
- GAUZIN-MÜLLER, Dominique. (1999a). *Construire avec le bois*. Paris : Le Moniteur, 1999. 311 p. Techniques de conception. ISBN : 2-281-19108-7.
- GAUZIN-MÜLLER, Dominique. (2003b). *25 maisons en bois*. Paris : Le Moniteur, 2003. 159 p. 25 réalisations.
- GAUZIN-MÜLLER, Dominique. (2003c). « L'exception culturelle du Vorarlberg ». *D'Architectures*, juill. 2003, n° 130, p. 7-32.
- GAUZIN-MÜLLER, Dominique. (2005d). *25 maisons écologiques*. Paris : Le Moniteur, 2005. 159 p. 25 réalisations.
- GAUZIN-MÜLLER, Dominique. (2008e). *Dossier de partenariat de l'Exposition pour un habitat éco-responsable*. [s.l.] : Cité de l'architecture et du patrimoine, 2008.
- GAUZIN-MÜLLER, Dominique. (2009f). « L'approche holistique support de la démarche éco-responsable ». *Ecologik*, mai 2009, n° 8, p. 56-57.

- GAUZIN-MÜLLER, Dominique. (2009g). « Mettre en valeur le travail de la main ». *Ecologik*, nov. 2009, n° 11, p. 7.
- GAUZIN-MÜLLER, Dominique. (2009h). *L'architecture écologique du Vorarlberg : un modèle social, économique et culturel*. Paris : Le Moniteur, 2009. 405 p.
- GAUZIN-MÜLLER, Dominique. (2010i). « Le bois et ses dérivés, moteurs du développement régional du Vorarlberg ». Galerie Européenne de la Forêt et du Bois : [s.n.], 4 févr. 2010.
- GEHRI, Markus. (2011). « Normes SIA ou normes européennes ? » [s.l.] : [s.n.], 10 2011. Disponible sur : < <http://www.sia.ch/fr/aktuelles-fr/detailansicht-fr/article/normes-sia-ou-normes-europeennes/> > (consulté le 10 juillet 2011)
- GERVAIS, Mathieu. « Ouvrages ». [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://www.ouvrages.eu/index.htm> > (consulté le 28 septembre 2012)
- GHÉKIÈRE, Laurent. (2006). « Le logement social en tant que service d'intérêt économique général ». *Habitat et société*, juin 2006, n° 42, p. 15-20.
- GILLIO, Nicolas, RAVALET, Emmanuel, CERTU, Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques. (2009). *Éléments d'économie territoriale et urbaine, État de la connaissance, outils et débats*. [s.l.] : CERTU Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques, nov. 2009.
- GORGEU, Yves. (2010). « Cinq propositions pour un meilleur dialogue urbain-rural ». *Territoires*, févr. 2010, n° 505, p. 44-46.
- LES GRANDS ATELIERS. (2011). *Construire en pierre massive aux Grands Ateliers* [En ligne]. [s.l.] : [s.n.], 2011. Disponible sur : < <http://vimeo.com/38992721> > (consulté le 12 janvier 2012)
- GRELAT, Alain. (2004). *Utilisation de la paille en parois de maisons individuelles à ossature bois* [En ligne]. [s.l.] : [s.n.], juill. 2004. Disponible sur : < <http://documents.approchepaille.fr/documents/MATREN03-T2-Paille-22.pdf> > (consulté le 31 mai 2012)
- GROS, Serge, LAMBOUROUD, Patrick, SOMM, Chantal. (2006a). *Au fil du bois : portraits d'architectures*. Grenoble : CAUE de l'Isère, Créaboïs Isère, 2006.
- GROS, Serge, LAMBOUROUD, Patrick, SOMM, Chantal. (2008b). *Au fil du bois : portraits d'architectures 2, objectif passif*. Grenoble : CAUE de l'Isère, Créaboïs Isère, 2008.
- GRUET, Stéphane. (2011). *Habitat groupé, association AERA*. Entretien réalisé par CHAMODOT, Mathilde, CLOQUET, Basile, Toulouse, 14 juin 2011.
- GUERTIN, Hélène. (2010). *Comment fabriquer une carte mentale* [En ligne]. [s.l.] : [s.n.], 2010. Disponible sur : < http://www.ebsi.umontreal.ca/jetrouve/projet/cartes_m/comment.htm > (consulté le 10 novembre 2012)
- GUILLOT, Xavier, CHÉNOT, Martin, DAVID, Stéphanie, et al. (2010). *Espace rural et projet spatial, réflexions introductives, stratégies pédagogiques*. Saint-Étienne : Publications de l'Université de Saint-Étienne, 2010. 241 p. Collection École Nationale Supérieure d'Architecture de Saint-Étienne.

- GUILLOT, Xavier, CHÉNOT, Martin, VANNETIELLO, Daniele, et al. (2011). *Espace rural et projet spatial vol.2, vers un nouveau pacte ville-campagne ?*. Saint-Étienne : Publications de l'Université de Saint-Étienne, 2011. 234 p. Collection École Nationale Supérieure d'Architecture de Saint-Étienne.
- GUILLOT, Xavier. (2010). « Ouverture ». In : *Colloque-atelier « Projets de campagnes, Habiter aujourd'hui et demain l'espace rural »*. Jaujac : École Nationale Supérieure d'Architecture de Saint Étienne, Parc Naturel Régional des Monts d'Ardèche, 28 oct. 2010.
- DEN HARTIGH, Cyrielle. (2009a). *Développer les filières courtes d'écomatériaux, Guide à destination des collectivités territoriales*. [s.l.] : Les amis de la Terre, décembre 2009.
- DEN HARTIGH, Cyrielle. (2010b). *Intégrer les écomatériaux dans les constructions et réhabilitations de logements sociaux, Guide à destination des organismes d'habitat social*. [s.l.] : Les amis de la Terre, décembre 2010.
- HÉDÉ-BAZOUGES. « Habitat sain, Les Courtils, un lotissement écologique ». In : *Hédé-Bazouges* [En ligne], [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://www.hede-bazouges.fr/habitatsain> > (consulté le 10 janvier 2012)
- HELFTER, Caroline. (2010). « Lutte contre l'exclusion en milieu rural : inventer en permanence ». *Actualités sociales hebdomadaires*, 1 janv. 2010, n° 2639, p. 22-25.
- HERING, Hartmut. (2006a). *La préfabrication de modules tridimensionnels à structure bois*. [s.l.] : Arbocentre, mai 2006.
- HERING, Hartmut. (2007b). *La préfabrication dans la construction bois*. [s.l.] : Arbocentre, avr. 2007.
- HESCHONG, Lisa. GUILLAUD, Hubert, trad. (1981). *Architecture et volupté thermique*. Paris : Parenthèses, 1981. 92 p. Habitat-ressources. ISBN : 2-86364-010-0.
- HOUBEN, Hugo, GUILLAUD, Hubert, DAYRE, Michel, et al. (2006). *Traité de construction en terre*. Marseille : Parenthèses, 2006. 355 p. ISBN : 2-86364-161-1.
- HUYGEN, Jean-Marc. (2008). *La poubelle et l'architecte : vers le réemploi des matériaux*. Arles : Actes Sud, 2008. 183 p. L'impensé. ISBN : 2-7427-7546-3.
- IFEN. (2006). *Rapport sur l'état de l'environnement en France*. [s.l.] : [s.n.], 2006.
- IFN, Inventaire Forestier National. (2003). *Inventaire forestier départemental de Saône-et-Loire, IVe inventaire*. [s.l.] : [s.n.], 2003.
- INSEE BOURGOGNE, Institut national de la statistique et des études économiques de Bourgogne, BRION, David, DÉTROIT, Annick. (2011). *La Saône-et-Loire face à son avenir*. [s.l.] : [s.n.], juill. 2011. Bourgogne Dimensions.
- INSEE BOURGOGNE, Institut national de la statistique et des études économiques de Bourgogne. (2009a). *Davantage de logements pour moins d'occupants*. [s.l.] : [s.n.], juill. 2009. Bourgogne Dimensions.

- INSEE BOURGOGNE, Institut national de la statistique et des études économiques de Bourgogne. (2000b). *La population de Saône-et-Loire de 1990 à 1999 : un portrait démographique marqué par la crise industrielle des années 80*. [s.l.] : [s.n.], nov. 2000. Bourgogne Dimensions.
- INSEE BOURGOGNE, Institut national de la statistique et des études économiques de Bourgogne. (2004c). *Mesurer la pauvreté et la précarité en Bourgogne*. [s.l.] : [s.n.], oct. 2004. Bourgogne Dimensions.
- INSEE BOURGOGNE, Institut national de la statistique et des études économiques de Bourgogne. (2007d). *Les populations légales au 1er janvier 2008, Bourgogne*. [s.l.] : [s.n.], déc. 2007. Bourgogne Dimensions.
- INSEE BOURGOGNE, Institut national de la statistique et des études économiques de Bourgogne. (2010e). *La population en Bourgogne d'ici 2040 : croissance modérée et vieillissement*. [s.l.] : [s.n.], déc. 2010. Bourgogne Dimensions.
- INSEE, Institut national de la statistique et des études économiques. (2010a). *Évolution et structure de la population, Saône-et-Loire*. [s.l.] : [s.n.], juin 2010. Chiffres clés.
- INSEE, Institut national de la statistique et des études économiques. (2010b). *Recensement de la population - Populations légales en vigueur à compter du 1er janvier 2011 - Arrondissements - cantons - communes - Saône-et-Loire*. [s.l.] : [s.n.], déc. 2010.
- ISOVER SAINT-GOBAIN. « Organisation et chiffres clés ». In : *Isover Saint-Gobain* [En ligne], [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://www.isover.fr/Connaitre-Isover/Organisation-et-chiffres-cles> > (consulté le 9 juillet 2012)
- JANNOT, Vincent, ALRIQ, Étienne, GILLET, Pierre. (2011). « Atelier 4 Comment développer les filières courtes et écologiques autour d'un habitat durable et digne ? » In : *Rencontres de RELIER, Eco-habiter solidaire en milieu rural*. Glux-en-Glenne : RELIER Réseau d'expérimentation et de liaison des initiatives en espace rural, 8 avr. 2011.
- DE JARCY, Xavier. (2011). « L'habitat en pièces ». *Télérama*, 16 nov. 2011, n° 3227, p. 36-44.
- JOFFROY, Pascale. (2011). « Le citoyen arrive ! vers une société active sur son cadre de vie ». *D'Architectures*, mars 2011, n° 198, p. 41-59.
- JOURDA, Françoise-Hélène. (2007). *Rapport sur la prise en compte du développement durable dans la construction*. [s.l.] : [s.n.], 15 sept. 2007.
- JOUROT, Brigitte, TAUFFLIEB, Eric. (2005). *La maîtrise du foncier en Bourgogne*. [s.l.] : Conseil économique et social de Bourgogne, oct. 2005.
- JUHEL, Jean-Pierre. (2009). « Réunion de lancement du club d'entreprises Habitat Durable 71 ». In : *Club d'entreprises Habitat Durable*. Dompierre-les-Ormes : GG71, conseil général de Saône-et-Loire, 26 oct. 2009.
- JUSTMAN, Éric, MADEC, Philippe, NAMIAS, Olivier, et al. (2012). « Dossier Maisons économes ». *Architectures à Vivre*, févr. 2012, n° 64, p. 76-111.

- JUTEAU, Virginie. (2010). « Les extensions urbaines aujourd'hui ». In : *Conférence-débat : Villes, villages et logements durables, Savoir s'étendre sans se répandre*. Montceau-les-Mines : CAUE 71 Conseil d'architecture d'urbanisme et de l'environnement de Saône-et-Loire, 8 avr. 2010.
- KALTENBACH, Frank, BRAUNGART, Michael, HARTWIG, Joost, et al. (2010). « Architecture et recyclage ». *Detail*, déc. 2010, n° 12, p. 1296-1333.
- KAMOUN, Patrick. (1999). « La conquête de l'espace : un siècle d'habitat social ». *Habitat et société*, déc. 1999, n° 16, p. 17-32.
- KAPFINGER, Otto. (2003a). *Une provocation constructive : architecture contemporaine au Vorarlberg*. Salzbourg, Autriche : Pustet (Anton), 2003. 128 p. ISBN : 3-7025-0476-1.
- KAPFINGER, Otto. (2009b). *Hermann Kaufmann : wood works*. Wien : Springer, 2009. 255 p.
- KÀROLYI, Elisabeth. (2010). « Dossier construire en chaume ». *Ecologik*, mai 2010, n° 14, p. 40-48.
- KAUFMANN, Hermann. (2009). « Construire en bois ». Grenoble : École Nationale Supérieure d'Architecture, 18 mars 2009.
- KEEPING, Miles. *What about demand? Do investors want « sustainable buildings »?* [En ligne]. [s.l.] : RICS Research Foundation,, Disponible sur : < http://www.rics.org/site/scripts/download_info.aspx?fileID=1763&categoryID=450 > (consulté le 4 janvier 2012)
- KIS, Martine. (2009). « Le territoire est un millefeuille, entretien avec Daniel Béhar ». *Le courrier des maires*, nov. 2009, n° 229, p. 26.
- KLEIN, Hartmurt. (2007). *Gestion de projet*. Basel, Boston, Berlin : Birkhäuser, 2007. 22 p. Basics.
- KRÉMER, Pascale. (2007). « Le studio d'étudiant est dans le pré ». *Le Monde* 2, 27 oct. 2007, p. 34-35.
- DE LA CHAPELLE, Olivier. (2007). *L'habitat contemporain en Bresse, renouer avec l'identité architecturale de la Bresse bourguignonne*. [s.l.] : OPAC 71 Office public d'aménagement et de construction de Saône-et-Loire, 2007. 106 p.
- LACATON, Anne, VASSAL, Jean-Philippe. (2011a). « L'économie, vecteur de libertés ». *Constructif* [En ligne], févr. 2011, n° 28. Disponible sur : < http://www.constructif.fr/bibliotheque/2011-2/l-economie-vecteur-de-libertes.html?item_id=3085 > (consulté le 6 novembre 2008)
- LACATON, Anne, VASSAL, Jean-Philippe. « Maison Latapie ». In : *Lacaton et Vassal architectes* [En ligne], [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://www.lacatonvassal.com/index.php?idp=25> > (consulté le 10 février 2011 b)
- LACATON, Anne. (2009). « En cours ». Grenoble : École Nationale Supérieure d'Architecture, 23 avr. 2009.
- LACAZE, Jean-Paul. (2010). « Pistes prospectives pour un urbanisme en milieu rural ». *Urbanisme*, juin 2010, n° 372, p. 51-53.

- LAFFOUCRIÈRE, Yves. (2011). « Nous devons diversifier nos modes de production ». *Constructif* [En ligne], févr. 2011, n° 28. Disponible sur : < http://www.constructif.fr/bibliotheque/2011-2/%C2%AB-nous-devrons-diversifier-nos-modes-de-production-%C2%BB.html?item_id=3086 > (consulté le 6 novembre 2008)
- LAGANDRÉ, Éric. (2010). « Table ronde n°2 : Habitat durable, la croissance verte pour tous ? » In : *États généraux du logement de Saône-et-Loire, « des logements de qualité pour tous »*. Montceau-les-Mines : ADIL 71 Agence Départementale d'Information sur le Logement de Saône-et-Loire, 20 sept. 2010.
- LAGRANGE, Frédéric. (2001). *Les cités ouvrières des mines de Blanzy, 1837-1939*. [s.l.] : Association La mine et les hommes, 2001. 112 p.
- LAGRANGE, Jean-Claude. (2010). « Et en Saône-et-Loire ? » In : *Conférence-débat : Villes, villages et logements durables, Savoir s'étendre sans se répandre*. Montceau-les-Mines : CAUE 71 Conseil d'architecture d'urbanisme et de l'environnement de Saône-et-Loire, 8 avr. 2010.
- LANCO, Patrice. (2011). « Logement : pour un acte III de la décentralisation ». *Métropolitiques* [En ligne], 10 janv. 2011, Disponible sur : < <http://www.metropolitiques.eu/Logement-pour-un-acte-III-de-la.html> > (consulté le 17 août 2011)
- LANDEL, Pierre-Antoine, SENIL, Nicolas. (2009). « Patrimoine et territoire, les nouvelles ressources du développement ». *Développement durable et territoires. Économie, géographie, politique, droit, sociologie* [En ligne], 20 janv. 2009, Disponible sur : < <http://developpementdurable.revues.org/7563> > (consulté le 28 mars 2012)
- LAROCHE, Léon. (2001). « Les cités des années 1920 ». *la gazette du centenaire*, déc. 2001, n° 9.
- LAURENT, Jean-Pierre. (2010). *Entreprise Laurent : maçonnerie, enduit, rénovation*. Entretien réalisé par CHAMODOT, Mathilde, CLOQUET, Basile, Préty, 8 sept. 2010.
- LAVIERS MURAILLERS DE BOURGOGNE ET DU BEAUJOLAIS. « Stages de formation aux métiers de la pierre - Commercialisation des pierres d'œuvre neuves ou de ré-emploi ». In : *LM2B - Lavières Murailleurs de Bourgogne et du Beaujolais* [En ligne], [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://www.lm2b.fr/> > (consulté le 4 février 2012)
- LEFÈVRE, Pierre. (2009). « Retour d'expérience : Le Domaine de la Terre ». *Ecologik*, déc. 2009, n° 12, p. 70-73.
- LÉGER, Jean-Michel. (2010). « Densification des lotissements, les pavillonnaires font de la résistance ». *Études foncières*, juin 2010, n° 145, p. 33-35.
- LEGROS, Jean. (2010). « Table ronde n°1 : Le logement, attractivité et revitalisation des territoires ? » In : *États généraux du logement de Saône-et-Loire, « des logements de qualité pour tous »*. Montceau-les-Mines : ADIL 71 Agence Départementale d'Information sur le Logement de Saône-et-Loire, 20 sept. 2010.
- LEMOUZY, Laurence. (2010). « Lorsque la ville s'ébroue dans le pré ». *Pouvoirs Locaux, les cahiers de la décentralisation*, juin 2010, n° 85, p. 1.

- LÉPICIER, Denis. (2010). « Projets de développement économique et organisation des PER (facteurs de localisation), le cas des bio-ressources ». In : *Journée d'échange et de débat PER écopôle bois de la-Roche-en-Brénil*. La-Roche-en-Brénil : [s.n.], 26 mars 2010.
- LEPIK, Andres, BERGDOLL, Barry, MUSEUM OF MODERN ART (NEW YORK). (2010). *Small scale, big change : new architectures of social engagement*. Basel : Birkhäuser, 2010. 139 p.
- LÉVY, Pierre. (2010). *La rénovation écologique : principes fondamentaux : exemples de mise en œuvre*. Mens : Terre vivante, 2010. 317 p.
- LÉVY-VROELANT, Claire. (2005). « Logement social : une crise de l'État de droit ». *Le Monde*, 14 sept. 2005, p. 17.
- LIENEMANN, Marie-Noëlle, LAFFOUCRIÈRE, Yves, PELLETIER, Willy, et al. (2012). « Table-ronde : Le logement social, un bien marchand ? » In : *Les états généraux du renouveau*. Grenoble : Libération, 27 janv. 2012.
- LIORET, Jacques. (1982). *Le Bâti ancien en Bourgogne*. Paris : EDF, 1982. 117 p. Connaissance de l'habitat existant.
- LOUIS, Hank. « DBB - DesignBuildBLUFF ». [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < www.designbuildbluff.org > (consulté le 12 janvier 2012)
- LUTZ, Conrad. (2009). « Présentation de Green Offices ». In : *Voyage d'études : Construction et architecture bois basse consommation en Suisse et dans le Vorarlberg*. [s.l.] : Aprovalbois, Conseil Régional de Bourgogne, sept. 2009.
- M. ROCHE-GAILLON. *Promotion privée pour un organisme public à Dijon* [En ligne]. Entretien réalisé par CNDB, Comité National pour le Développement du Bois, Disponible sur : < http://www.cndb.org/?p=focus_chantier_10 > (consulté le 12 janvier 2012)
- M.P. (2011). « Pot de Fer, maison passive et autonome au cœur du vignoble bourguignon ». *Les Cahiers techniques du bâtiment*, nov. 2011, n° 310, p. 28-32.
- MACDONOUGH, William A., BRAUNGART, Michael, MAILLARD, Alexandra. (2011). *Cradle to cradle : créer et recycler à l'infini*. Paris : Alternatives, 2011. ISBN : 9782862276724 2862276723.
- MADDY, Guy. (2007). *L'habitat rural en Bourgogne*. [s.l.] : Conseil économique et social de Bourgogne, 17 oct. 2007.
- DER MADIROSSIAN, Laure, CERTU, Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques, MEEDDAT, Ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de l'aménagement du territoire, et al. (2009). *Pour un habitat dense individualisé : 20 formes urbaines diverses et contextuelles*. Lyon : CERTU, 2009. 238 p. Références. ISBN : 978-2-11-098181-3.
- DER MADIROSSIAN, Laure, VAUTRIN, Brigitte, CERTU, Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques, et al. (2011). *Aménager durablement les petites communes : écoquartiers en milieu rural ?*. Lyon : CERTU, 2011. 209 p. Les Dossiers du CERTU. ISBN : 978-2-11-099549-0.
- MADLENER, Reinhard, KUBLI, Olivier, BRÉZARD, Jean-Marc, et al. (2005). « Le bois, une alternative au pétrole et au béton ». *La Revue Durable*, oct. 2005, n° 17, p. 13-51.

- MAGNAGHI, Alberto. (2003). *Le projet local*. Sprimont, Belgique : Mardaga, 2003. 123 p. Collection architecture. Architecture + recherches. ISBN : 2-87009-850-2.
- MAGNIN, Catherine, PALISSE, Fabien. (2009). *Catherine Magnin et Fabien Palisse, Architectes DPLG à Culles-les-Roches*. Entretien réalisé par CAUE 71, Conseil d'architecture d'urbanisme et de l'environnement de Saône-et-Loire, 2009.
- MAGROU, Rafaël. (2010). « Cheap'n chic, les secrets des maisons low cost ». *Architectures à Vivre*, avr. 2010, n° 53, p. 78-91.
- MAIRE, Guillaume, MARTIN, Aurélie, PIQUEMIL, Maryline, et al. (2010). *Autopromotion et milieu rural, l'autopromotion peut-elle à une réponse de développement de village durable ?* Mémoire de Formation Développement Durable et Qualité Environnementale. Lorraine : [s.n.], 2010.
- MARIELLE, Bruno. (2010a). « Filière bois en Chartreuse ». Galerie Européenne de la Forêt et du Bois : [s.n.], 1 avr. 2010.
- MARIELLE, Bruno. (2011b). *Design et Architecture*. Entretien réalisé par GRANGER, Virginie, HENRY, Manuel, 2011.
- MARTIN, Pierre. (2010). *L'économie de proximité : une réponse aux défis majeurs de la société française*. [s.l.] : Conseil économique, social et environnemental, 2010.
- MARTINERIE, Pierre. (2010a). « Conclusion ». In : *Conférence-débat : Villes, villages et logements durables, Savoir s'étendre sans se répandre*. Montceau-les-Mines : CAUE 71 Conseil d'architecture d'urbanisme et de l'environnement de Saône-et-Loire, 8 avr. 2010.
- MARTINERIE, Pierre. (2009b). *Politique du CG71 pour le développement du territoire*. Entretien réalisé par CHAMODOT, Mathilde, CLOQUET, Basile, Mâcon, 8 sept. 2009.
- MARZLOFF, Bruno, BELOT, Laure, LAUER, Stéphane. (2009). « La voiture propre ne représente qu'une petite partie de la solution pour demain ». *Le Monde* [En ligne], 18 nov. 2009, Disponible sur : < http://www.lemonde.fr/societe/chat/2009/11/13/petrole-cher-pollution-bouchons-la-voiture-va-t-elle-survivre_1266117_3224.html > (consulté le 2 janvier 2010)
- MASBOUNGI, Ariella, AUDOUIN, Jean. (2010). *Bien habiter la ville*. Paris : Le Moniteur, 2010. 175 p. Projet urbain.
- MASBOUNGI, Ariella, GRAVELAINE, Frédérique de. (2008). *Faire ville avec les lotissements*. Paris : Le Moniteur, 2008. 159 p. Projet urbain.
- MASBOUNGI, Ariella, MANGIN, David, GRAVELAINE, Frédérique de, et al. (2009). *Agir sur les grands territoires*. Paris : Le Moniteur, 2009. 160 p. Ville-aménagement.
- MASQUET, Brigitte. (2006). *Crise et politique du logement*. Paris : La Documentation Française, 2006. 118 p. Regards sur l'actualité n°320.
- MASSARD, Guillaume. (2010). « La notion d'économie circulaire ou écologie industrielle ». In : *Journée d'échange et de débat PER écopôle bois de la-Roche-en-Brénil*. La-Roche-en-Brénil : [s.n.], 26 mars 2010.

- MASSON, Jean-Claude. (2012). *Carrière Masson*. Entretien réalisé par CLOQUET, Basile, CHAMODOT, Mathilde, Saint-Martin-Belle-Roche, 12 avr. 2012.
- MATHIEU, Clémence, ANGER, Romain, FONTAINE, Laetitia, et al. (2009). « Dossier construire en terre ». *Ecologik*, janv. 2009, n° 12, p. 54-91.
- MATHIEU, Clémence, MAGROU, Rafaël. (2009). « Dossier efficacité énergétique ». *Ecologik*, sept. 2009, n° 10, p. 57-72.
- MAUGARD, Alain. (2008). *Comité opérationnel n°1 « Bâtiments neufs publics et privés » Rapport au Ministre d'État, Ministre de l'Écologie, du Développement et de l'Aménagement durables* [En ligne]. [s.l.] : [s.n.], mars 2008. Disponible sur : < http://www.legrenelle-environnement.fr/IMG/pdf/rapport_final_comop_1_batiment.pdf > (consulté le 20 mars 2012)
- MAURY, Yann. (2006a). *Faut-il réinventer le logement social et populaire en Europe ? : le rôle des associations*. Lyon : CERTU Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques, 2006. 180 p. ISBN : 9782110953315.
- MAURY, Yann. (2009b). *Les coopératives d'habitants : méthodes, pratiques et formes d'un autre habitat populaire*. Bruxelles : Bruylant, 2009. 432 p. ISBN : 978-2-8027-2705-7.
- MAURY, Yann. (2011c). *Les cités coopératives de la Community Self Build Agency, ou l'art de refaire son intérieur* [En ligne]. [s.l.] : [s.n.], 2011. Disponible sur : < <http://www.youtube.com/watch?v=wyIOiM5GqIk> > (consulté le 13 avril 2012)
- MAYA, Michel. (2010). « Le Plan Local d'Urbanisme de Tramayes ». In : *Conférence-débat : Villes, villages et logements durables, Savoir s'étendre sans se répandre*. Montceau-les-Mines : CAUE 71 Conseil d'architecture d'urbanisme et de l'environnement de Saône-et-Loire, 8 avr. 2010.
- MAZAL, Vincent, PEULET, André. (2011). « Atelier n°2 : Se loger, rénover, construire ». In : *Plan Climat-Energie Territorial Pays Sud-Bourgogne*. Cluny : Pays Sud-Bourgogne, 19 juin 2011.
- MCLEOD, Virginia. PIERONI, Marie, trad. (2010). *50 projets d'architecture en bois : détails de construction*. Paris : Eyrolles, 2010. 223 p. ISBN : 978-2-212-12559-7.
- MEEDM, Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer. (2009). *Charte Saône-et-Loire, Qualité environnementale et architecturale des lotissements et des extensions urbaines*. [s.l.] : [s.n.], sept. 2009.
- MEINGAST, R. (2005). *Lehm- Passiv Bürohaus Tattendorf* [En ligne]. [s.l.] : [s.n.], 2005. Disponible sur : < http://www.hausderzukunft.at/hdz_pdf/endbericht_tattendorf_id2558.pdf > (consulté le 30 mai 2012)
- MERCADAL, Georges, CHEMILLIER, Pierre. (2011). « Logement à bas coût : une volonté politique des années 1950-1970 ». *Constructif* [En ligne], févr. 2011, n° 28. Disponible sur : < http://www.constructif.fr/bibliotheque/2011-2/logement-a-bas-cout-une-volonte-politique-des-annees-1950-1970.html?item_id=3084 > (consulté le 6 novembre 2008)

- MERLIN, Pierre, CHOAY, Françoise. (2010). *Dictionnaire de l'urbanisme et de l'aménagement*. Paris : Presses universitaires de France, 2010. 843 p. Quadrige, Dicos poche. ISBN : 978-2-13-058066-9.
- METL, Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement, Direction générale de l'Urbanisme. (2001). *Accord cadre bois construction environnement*. [s.l.] : [s.n.], 2001.
- METTETAL, Lucile, WATKIN, Yann. (2012). « Autoconstruction et habitat groupé, un modèle d'avenir, interview de Fabrice Blais ». *Les Cahiers de l'Institut d'aménagement et d'urbanisme Île-de-France*, févr. 2012, n° 161, p. 58-59.
- MEYER, Alain. (2007). *Pour une autopromotion en France*. Mémoire de Formation Développement Durable et Qualité Environnementale. [s.l.] : [s.n.], 2007.
- MIALET, Frédéric. (2006). *Le renouveau de l'habitat intermédiaire*. Paris : PUCA Plan Urbanisme Construction Architecture, CERTU Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques, 2006. 391 p. Recherches. ISBN : 2-11-085677-7.
- MILLION, Gerard. (2009). *Rép : demande de renseignements paille pour la construction [e-mail]*. 18 sept. 2009,
- MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE DU DÉVELOPPEMENT ET DE L'AMÉNAGEMENT DURABLES, CENTRE D'ETUDES TECHNIQUES DE L'EQUIPEMENT NORD-PICARDIE, POINT D'APPUI NATIONAL DOCUMENTAIRE. « La ville aux champs ». [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < http://temis.documentation.developpement-durable.gouv.fr/document.xsp?id=Temis-0045064&qid=sdx_q1&n=2&q= > (consulté le 15 février 2011)
- MINKE, Gernot, MAHLKE, Friedemann. FRENZEL, Jörn, trad. (2005). *Building with straw : design and technology of a sustainable architecture*. Basel : Birkhäuser, 2005. 143 p. ISBN : 3-7643-7171-4.
- MIQCP, Mission Interministérielle pour la Qualité des Constructions Publiques. (2006). *Ouvrages publics et coût global, une approche actuelle pour les constructions publiques* [En ligne]. [s.l.] : [s.n.], janv. 2006. Disponible sur : < www.archi.fr/MIQCP/IMG/.../COUT_GLOBAL_p.1_A_p.100-2.pdf > (consulté le 11 octobre 2011)
- MOHAMMED, M. (2009). *Ancien piseur de l'Ain*. Entretien réalisé par PACCOD, Grégoire, 2009.
- MONTEBOURG, Arnaud. (2008a). « Discours d'investiture à la présidence du Conseil Général de Saône-et-Loire ». [s.l.] : [s.n.], 19 avr. 2008.
- MONTEBOURG, Arnaud. (2010b). « Synthèses et conclusions ». In : *États généraux du logement de Saône-et-Loire, « des logements de qualité pour tous »*. Montceau-les-Mines : ADIL 71 Agence Départementale d'Information sur le Logement de Saône-et-Loire, 20 sept. 2010.
- MOOS, David, TRECHSEL, Gail. (2004). *Samuel Mockbee and the Rural Studio : Community Architecture*. Birmingham : Birmingham Museum of Art, 2004. 127 p. ISBN : 0-931394-52-X.

- MORA, Olivier. (2008). *Prospective, Les nouvelles ruralités en France à l'horizon 2030*. [s.l.] : INRA Institut national de la recherche agronomique, juill. 2008.
- MOZAS, Javier, FERNÁNDEZ PER, Aurora. (2006). *Density : new collective housing*. Espagne : Vitoria-Gasteiz, a+t Ediciones, 2006. 447 p. ISBN : 84-611-1203-2.
- MURCUTT, Glenn. (2008). *Glenn Murcutt : thinking drawing, working drawing*. Tokyo : Toto, 2008. 246 p. ISBN : 4-88706-294-X.
- NAMIAS, Olivier, LEFÈVRE, Pierre, DOAT, Patrice. (2008). « Dossier architecture précarité et insertion ». *Ecologik*, juill. 2008, n° 3, p. 58-83.
- NAMIAS, Olivier. (2006a). « Une maison autoconstruite en Normandie ». *D'Architectures*, juill. 2006, n° 156, p. 72-73.
- NAMIAS, Olivier. (2009b). « Philippe Samyn, le rationalisme à l'ère durable ». *Ecologik*, sept. 2009, n° 10, p. 46-54.
- NAMIAS, Olivier. (2010c). « Construire local, révolution ou chimère ? » *D'Architectures*, juill. 2010, n° 192, p. 51-64.
- NAMIAS, Olivier. (2010d). « Épure japonaise en terre Bourguignonne, maison à Épinac, Saône-et-Loire ». *D'Architectures*, juill. 2010, n° 192, p. 84-87.
- NAMIAS, Olivier. (2011e). « Le logement étudiant au XXI^e siècle ». *D'Architectures*, avr. 2011, n° 199, p. 23-47.
- NÉGAWATT. « négaWatt - sobriété, efficacité, renouvelables ». [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://www.negawatt.org/> > (consulté le 13 janvier 2012)
- NGUYEN, Tai Thu. (2010). *Contribution à l'étude de la formulation et du procédé de fabrication d'éléments de construction en béton de chanvre* [En ligne]. Thèse de doctorat en Génie civil. Laboratoire d'Ingénierie des Matériaux de Bretagne : Université Européenne de Bretagne, 12 janv. 2010. 167 p. Disponible sur : < http://web.univ-ubs.fr/limatb/lab/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=67 > (consulté le 6 juin 2012)
- NORROY, Manuel. (2009a). *Politique du CG71 en matière de développement durable*. Entretien réalisé par CHAMODOT, Mathilde, CLOQUET, Basile, Conseil général de Saône-et-Loire, Mâcon, 30 avr. 2009.
- NORROY, Manuel. (2011b). *Terre de possibles, habitat groupé et autoréhabilitation*. Entretien réalisé par CHAMODOT, Mathilde, CLOQUET, Basile, Saint-Pierre-le-Vieux, 16 août 2011.
- NOVAK, Joseph D. (2006). « La théorie qui sous-tend les cartes conceptuelles et la façon de les construire ». *Technical Report, Institute for Human and Machine Cognition (IHMC)* [En ligne], rev. 2008 2006, Disponible sur : < <http://sites.estvideo.net/gfritsch/doc/rezo-cfa-410.htm> > (consulté le 29 novembre 2012)
- NOVAT, Monique. (2010a). « Diagnostic : La Saône-et-Loire et le logement : atouts, faiblesses, besoins et enjeux ». In : *États généraux du logement de Saône-et-Loire, « des logements de qualité pour tous »*. Montceau-les-Mines : ADIL 71 Agence Départementale d'Information sur le Logement de Saône-et-Loire, 20 sept. 2010.

- NOVAT, Monique. (2011b). *Éléments de connaissance sur la consommation en espace en Saône-et-Loire*. Mâcon : DDT 71 Direction départementale des territoires de Saône-et-Loire, déc. 2011.
- NUSSAUME, Yann. (2006). *La maison individuelle*. Paris : Le Moniteur, 2006. 252 p. Questions d'architecture. ISBN : 2-281-19316-0.
- OBSERVATOIRE RÉGIONAL DE L'ENVIRONNEMENT DE BOURGOGNE. (2000). « Bocages en Bourgogne ». *Périodique de l'Observatoire régional de l'environnement de Bourgogne*, déc. 2000, n° 20, p. 3-10.
- OLIVA, Jean-Pierre, COURGEY, Samuel. (2010). *L'isolation thermique écologique : conception, matériaux, mise en œuvre : neuf et réhabilitation*. Mens : Terre vivante, 2010. 255 p.
- LE PAIH, Amélie. (2010a). *L'utilisation du matériau terre pour l'entretien des immeubles à pans de bois de la ville de Rennes*. Mémoire de Diplôme de Spécialisation et d'Approfondissement en Architecture de Terre. Grenoble : École Nationale supérieure d'architecture, 2010.
- LE PAIH, Amélie. (2011b). *Projet Terre-Chanvre dans le centre ancien de Rennes*. In : *Cours aux étudiants du DSA architecture de terre*. ENSAG : [s.n.], 5 avr. 2011.
- PAPANEK, Victor J. (1972). *Design for the real world; human ecology and social change*. 1st American ed. New York : Pantheon Books, 1972. 339 p. ISBN : 0394470362.
- PAPANEK, Victor. LOUIT, Robert, JOSSET, Nelly, FULLER, Richard Buckminster, trad. (1974). *Design pour un monde réel : écologie humaine et changement social*. Paris : Mercure de France, 1974. Environnement et société.
- PARASOTE, Bruno. (2011). *Autopromotion, habitat groupé, écologie et liens sociaux : comment construire collectivement un immeuble en ville ?*. Gap : Y. Michel, 2011. 239 p. Société civile. ISBN : 978-2-913492-92-9.
- PARC NATUREL RÉGIONAL DE CHARTREUSE. (2009). *Le Bois de Chartreuse prend ses marques*. [s.l.] : [s.n.], 2009.
- PARC NATUREL RÉGIONAL DU MORVAN. « L'atlas des paysages ». In : *Parc Naturel Régional du Morvan* [En ligne], [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://paysage.parcumorvan.org/page.php?lg=fr&rub=02&srub=02&ssrub=04> > (consulté le 9 septembre 2012)
- PARIS, Bernard, CHESSA, Milena. (2008). « Le développement durable au chevet du logement social ? » *Le Moniteur* [En ligne], janv. 2008, Disponible sur : < <http://www.lemoniteur.fr/119-toute-l-info/article/point-de-vue/519754-le-developpement-durable-au-chevet-du-logement-social-par-bernard-paris-architecte-urbaniste> > (consulté le 11 octobre 2008)
- PAUQUAI, Francis. (2009). *Centre Régional de la Propriété Forestière de Saône & Loire*. Entretien réalisé par CHAMODOT, Mathilde, CLOQUET, Basile, Chalon-sur-Saône, 8 sept. 2009.
- PAVILLON DE L'ARSENAL. (2009a). *Housing Platform : plateforme d'échanges sur le coût de construction et la qualité des logements collectifs : comparaison entre six projets en France et six projets ailleurs en Europe*. Paris : Pavillon de l'Arsenal, 2009. 263 p. Les Mini PA.

- PAVILLON DE L'ARSENAL. (2010b). *Housing platform 2 : plateforme d'échanges sur le coût et la qualité des logements collectifs : essai comparatif entre cinq projets en France et cinq projets aux Pays-Bas*. Paris : Pavillon de l'Arsenal, 2010. 227 p. Les Mini PA.
- PAYS SUD-BOURGOGNE. (2011). *Livre blanc Plan Climat-Energie Territorial Pays Sud-Bourgogne*. [s.l.] : [s.n.], oct. 2011.
- PECQUEUR, Bernard. (2000a). *Le développement local : pour une économie des territoires*. Paris : Syros, 2000. 132 p. Alternatives économiques. ISBN : 2-84146-848-8.
- PECQUEUR, Bernard. (2006b). « Le tournant territorial de l'économie globale ». *Espaces et sociétés* [En ligne], 2006, Vol. 124-125, n° 2, p. 17. Disponible sur : < <http://dx.doi.org/10.3917/esp.124.0017> > (consulté le 28 mars 2012)
- PERIANEZ, Manuel, DAUBIGNY, Corinne. (1990). *St-Ouen : rendre de l'espace au logement, Pierre Soria, Jean Nouvel, Gilbert Lézénès*. Paris : Plan Construction, 1990. 71 p. Expérimentations/ Plan Construction et architecture Conception et usage de l'habitat.
- PERRAUDIN, Gilles. (2001a). « Matière d'architecture ». *Poïesis*, 2001, n° 13, p. 185-203.
- PERRAUDIN, Gilles. (2008b). « La pierre, ce matériau du futur ». *LeMoniteur.fr* [En ligne], 21 janv. 2008, Disponible sur : < <http://www.lemoniteur.fr/119-toute-l-info/article/point-de-vue/519918-la-pierre-ce-matériau-du-futur-par-gilles-perraudin-architecte> > (consulté le 3 avril 2012)
- PERRAUDIN, Gilles. (2011c). « Logements sociaux ZAC Monges-Croix-du-Sud, Cornebarrieu ». 19 sept. 2011, Disponible sur : < <http://www.darchitectures.com/logements-sociaux-zac-monges-croix-du-sud-cornebarrieu-a193.html> > (consulté le 12 janvier 2012)
- PERRAULT, M. (2009). *Ancien piseur de l'Ain*. Entretien réalisé par PACCLOUD, Grégoire, 2009.
- PERRIER-CORNET, Philippe, FRÉMONT, Armand. (2002). *Repenser les campagnes*. Paris : L'Aube, DATAR Délégation interministérielle à l'Aménagement du Territoire et à l'Attractivité Régionale, 2002. 279 p. ISBN : 2-87678-706-7.
- PIANO, Renzo, CASSIGOLI, Renzo. FAVIER, Olivier, trad. (2009). *La désobéissance de l'architecte : conversation avec Renzo Cassigoli*. Paris, France : Arléa, 2009. Collection Arléa-poche. ISBN : 978-2-86959-849-2.
- PIANO, Renzo. BAUER, Nathalie, trad. (1997). *Carnet de travail*. Paris : Seuil, 1997. 286 p. ISBN : 2-02-031390-1.
- PIERREACTUAL. (2011). « les Compagnons actifs sur la maison passive en pierre massive ». *Pierreactual, matériaux, ouvrages, techniques*, mai 2011, n° 894, p. 60-63.
- PIERS, Fanny. (2005). *Charte Forestière du Morvan, Les acteurs de la première et de la seconde transformation du bois*. Morvan : Parc naturel régional du Morvan, 2005.
- PILLOT, Bernard. (2009). « Réunion de lancement du club d'entreprises Habitat Durable 71 ». In : *Club d'entreprises Habitat Durable*. Dompierre-les-Ormes : GG71, conseil général de Saône-et-Loire, 26 oct. 2009.

- PIRO, Patrick. (2010). « Précarité énergétique, 12 millions de mal-chauffés ». *Ecologik*, mars 2010, n° 13, p. 16-17.
- PIRON, Michel, LE BOUILLONNEC, Jean-Yves, LEDUC, Margaux, et al. (2012). « Table-ronde : Se loger, un luxe ? » In : *Les états généraux du renouveau*. Grenoble : Libération, 28 janv. 2012.
- PNR MORVAN. (2011). « Parc naturel régional du Morvan ». [s.l.] : [s.n.], 2011.
Disponible sur : < <http://www.parcumorvan.org/> > (consulté le 3 février 2011)
- POINTET, Martin. (2011). *Entreprise de maçonnerie terre Caracol*. Entretien réalisé par GRANGER, Virginie, HENRY, Manuel, 19 janv. 2011.
- POLI, Daniéla. (2010a). « Le Parc agricole de Toscane : une application du projet local ». In : *Colloque-atelier « Projets de campagnes, Habiter aujourd'hui et demain l'espace rural »*. Jaujac : École Nationale Supérieure d'Architecture de Saint Étienne, Parc Naturel Régional des Monts d'Ardèche, 28 oct. 2010.
- POLI, Daniéla. (2011b). « La biorégion urbaine ». In : *Colloque-atelier « Vers un nouveau cycle de vie des territoires ruraux »*. Saint Étienne : École Nationale Supérieure d'Architecture, 28 oct. 2011.
- PORTE, Xavier. (2005). *Constructions sans liant : Architecture du lien*. Mémoire de Projet de Fin d'Études en architecture. Grenoble : École Nationale Supérieure d'Architecture, 2005. 59 p.
- POUSSE, Jean-François, RAMBERT, Francis. (2009). *Vers de nouveaux logements sociaux [exposition présentée à la Cité de l'architecture du patrimoine, Paris, du 17 juin 2009 au 1er juillet 2010]*. Milano : Silvana Editoriale, Paris : Cité de l'architecture et du patrimoine, 2009. 126 p. ISBN : 978-88-366-1397-7.
- PRÉFECTURE DE LA RÉGION DE BOURGOGNE, Direction Régionale du Commerce Extérieur de Bourgogne. (2007). *L'industrie du bois en Bourgogne*. [s.l.] : [s.n.], 2007.
- PRÉFECTURE DE SAÔNE ET LOIRE. (2001). *Plan de Gestion des déchets du bâtiment et des travaux publics*. [s.l.] : [s.n.], nov. 2001.
- PRÉFECTURE DE SAÔNE-ET-LOIRE. *Projet d'action stratégique de l'Etat (PASED) dans le département de Saône-et-Loire, Diagnostic territorial*. [s.l.] : [s.n.],
- PROLEA CETIOM. (2011). *Chanvre Industriel 2011* [En ligne]. [s.l.] : CETIOM, 2011.
Disponible sur : < http://www.cetiom.fr/fileadmin/cetiom/kiosque/chanvre/brochure_chanvre_2011.pdf > (consulté le 6 juin 2012)
- PUCA, Plan Urbanisme Construction Architecture, ALCIMED. (2011). *Analyse du coût des matériaux et équipements de construction en France, Danemark, Allemagne et Italie*. [s.l.] : [s.n.], juill. 2011.
- PUECH, Jean. (2009). *Mise en valeur de la forêt française et développement de la filière bois*. [s.l.] : [s.n.], 6 avr. 2009.
- PUTEFIN, Jean-Pierre. (2009). « Bourgogne, les professionnels se mobilisent ». *Wood Surfer*, mai 2009, n° 51, p. 48-51.

- PUTHOD, Loïc, MOREL, Franck. (2011). « Atelier 3 Quelle approche de l'urbanisme en milieu rural ? » In : *Rencontres de RELIER, Eco-habiter solidaire en milieu rural*. Glux-en-Glenne : RELIER Réseau d'expérimentation et de liaison des initiatives en espace rural, 8 avr. 2011.
- QUINTON, Maryse. (2011). « Laboratoire habité ». *Architectures à Vivre*, nov. 2011, n° 63, p. 68-73.
- RAGUT, Camille. (1838). *Statistique de département de Saône et Loire*. Mâcon : Dejussieu, 1838.
- RAPPILLARD, Carole. (2010). « Diagnostic : La Saône-et-Loire et le logement : atouts, faiblesses, besoins et enjeux ». In : *États généraux du logement de Saône-et-Loire, « des logements de qualité pour tous »*. Montceau-les-Mines : ADIL 71 Agence Départementale d'Information sur le Logement de Saône-et-Loire, 20 sept. 2010.
- RASTELLO, Magalie. (2008). « Victor Papanek, L'horloge de l'humanité marque toujours minuit moins une ». *Azimuts*, mars 2008, n° 30, p. 96-109.
- RATRIMOHARINOSY, Niels. *Les matériaux bio-sourcés produits et/ou utilisés en Basse-Normandie* [En ligne]. [s.l.] : Région Basse Normandie, Disponible sur : < <http://www.arpe-bn.com/files/fiche%20mat%C3%A9riaux%20pour%20l%27%C3%A9co-constructionfevrier2012.pdf> > (consulté le 4 septembre 2012)
- REBET, Charlotte. (2011). « Les passionnés de bâtiments industriels au chevet de la SUCRERIE ». *Le Journal de Saône-et-Loire* [En ligne], 18 sept. 2011, Disponible sur : < <http://www.lejsl.com/edition-de-chalon/2011/09/18/les-passionnes-de-batiments-industriels-au-chevet-de-la-sucrerie> > (consulté le 2 janvier 2012)
- RELIER, Réseau d'expérimentation et de liaison des initiatives en espace rural. (2009). *Habiter autrement nos espaces ruraux - bilan intermédiaire et perspectives du programme habitat rural en Massif Central*. [s.l.] : [s.n.], 2009. 70 p. les cahiers de RELIER, n°0.
- REPENTIN, Thierry. (2010). « Synthèses et conclusions ». In : *États généraux du logement de Saône-et-Loire, « des logements de qualité pour tous »*. Montceau-les-Mines : ADIL 71 Agence Départementale d'Information sur le Logement de Saône-et-Loire, 20 sept. 2010.
- RÉSEAU DES ACTEURS DE L'HABITAT. (2008). *Produire du logement social à quel prix ? Coût des opérations et modalités de financement du logement social : quels constats ? quelles évolutions possibles ?* [s.l.] : [s.n.], 4 avr. 2008.
- RÉSEAU RURAL FRANÇAIS. *Appel à propositions : Développer les filières locales pour la construction durable* [En ligne]. [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://www.google.fr/url?sa=t&rct=j&q=appel%20a%20propositions%2C%20groupe%20de%20travail%20national%20%C2%AB%20d%C3%A9velopper%20les%20fili%C3%A8res%20locales%20pour%20la%20construction%20durable%20%C2%BB&source=web&cd=1&ved=0CCMQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.reseaurural.fr%2Ffiles%2Fappelapropositionsfilièreslocales.pdf&ei=BidsT-r0J8mGhQeIvuixBw&usg=AFQjCNGArHVLu3IPlrhXU785vd0Z62TAsw&cad=rj> > (consulté le 2 février 2012)
- RFCP, FLOISSAC, Luc, COLLECTIF. (2011). *Règles professionnelles de construction en paille : Remplissage isolant et support d'enduit - Règles CP 2012*. [s.l.] : Le Moniteur, 23 nov. 2011. 180 p. ISBN : 2281115224.

- RICHARD, F., LESURE, M. (1990). « Tuileries et briqueteries en Saône-et-Loire ». *Annales de Bourgogne*, 1990, n° 62, p. 25-42.
- RICS EU PUBLIC AFFAIRS MANAGER, HARTENBERGER, Ursula. (2008). *Findings in Built and Rural Environments - Breaking the Vicious Circle of Blame – Making the Business Case for Sustainable Buildings* [En ligne]. [s.l.] : [s.n.], juin 2008.
Disponible sur : < http://www.joinricsineurope.eu/uploads/files/BreakingtheViciousCircleofBlameRICSFiBREJune2008_3.pdf > (consulté le 4 janvier 2012)
- RIGASSI, Vincent. (2011a). « Un édifice sans qualité ». *L'Architecture d'aujourd'hui*, févr. 2011, n° 381, p. 29-36.
- RIGASSI, Vincent. (2011b). *Vincent Rigassi architecte*. Entretien réalisé par GRANGER, Virginie, HENRY, Manuel, 17 févr. 2011.
- RIGASSI, Vincent. (2011c). *Les enjeux du débat : pourquoi ce nouveau concept* [En ligne]. In : *Assises Nationales de l'Energie Grise*. Grenoble : [s.n.], 15 avr. 2011.
Disponible sur : < http://www.creabois-isere.fr/dump/documents/energiegrise/1-Rigassi_enjeux.pdf > (consulté le 26 avril 2012)
- ROCA, Daniel, DEVROEY, Raphaël. (2009). *Architecte Roca*. Entretien réalisé par CHAMODOT, Mathilde, CLOQUET, Basile, Cluny, 23 déc. 2009.
- ROCCA, Alessandro. (2010). *Architecture low cost low tech : inventions et stratégies*. Arles : Actes Sud, 2010. 207 p.
- ROCHOT, Arnaud, PROTAIS, Vincent, ROUSSELET, Christelle. (2009). *Aprovalbois, interprofessionnel bois Bourgogne*. Entretien réalisé par CHAMODOT, Mathilde, CLOQUET, Basile, Dijon, 6 avr. 2009.
- ROGERS, Richard, GUMUCHDJIAN, Philip. (2000). *Des villes pour une petite planète*. Paris : Le Moniteur, 2000. 213 p. ISBN : 2-281-19131-1.
- ROLLET, Pascal. (2010). « Armadillo Box© : projet de l'ENSAG pour la compétition Solardecathlon 2010 ». In : *Conférence habitat durable*. Galerie Européenne de la Forêt et du Bois : CG71, 7 oct. 2010.
- ROLLOT, Catherine. (2009a). « L'habitat groupé, ou comment vivre ensemble chacun chez soi ». *Le Monde* [En ligne], 28 déc. 2009, Disponible sur : < http://www.lemonde.fr/societe/article/2009/12/28/l-habitat-groupe-ou-comment-vivre-ensemble-chacun-chez-soi_1285440_3224.html > (consulté le 5 mai 2010)
- ROLLOT, Catherine. (2011b). « A Langouët, la classe moyenne achète des maisons écologiques de qualité ». *Le Monde*, 2 févr. 2011, n° 20537, p. 12.
- ROMERO, Rocio. « LV series homes ». In : *Rocio Romero, modern design and prefab architecture* [En ligne], [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://www.rocioloromero.com/LVSeries.html> > (consulté le 10 janvier 2011)
- ROSSINOT, André, QUINCEROT, Richard, GRAS, Pierre, et al. (2003). « Territoires en quête d'images, les ressorts de l'attractivité ». *Urbanisme*, avr. 2003, Vol. HS, n° 18, p. 5-62.

- ROUSSELET, Christelle, VANSTAEVEL, Bruno, RUCH, Philippe. (2010). *Feuillus : quelle ressource disponible pour de nouveaux usages en Bourgogne ?* [s.l.] : Aprovalbois, CRPF Centre Régional de la Propriété Forestière Bourgogne, Institut technologique FCBA Forêt Cellulose Bois-construction Ameublement, mars 2010.
- RUCHON, Marcel. (2010). « Projet partagé/projet soutenable. Quartiers urbains/quartiers ruraux, singularités et persistance ». In : *Colloque-atelier « Projets de campagnes, Habiter aujourd'hui et demain l'espace rural »*. Jaujac : École Nationale Supérieure d'Architecture de Saint Étienne, Parc Naturel Régional des Monts d'Ardèche, 28 oct. 2010.
- RUDLOFF, Nicole. (2005a). « Habitat social, villes moyennes et petites ». *Habitat et société*, mars 2005, n° 37, p. 45-48.
- RUDLOFF, Nicole. (2006b). « Logement social : l'enjeu du développement durable ». *Habitat et société*, mars 2006, n° 41, p. 36-53.
- RUDOLFSKY, Bernard, LE BOURG, Dominique. (1977). *Architecture sans architectes : brève introduction à l'architecture spontanée*. Paris : Chêne, 1977. Non paginé p. ISBN : 2-8510-8150-0.
- RURAL STUDIO. « Rural Studio ». [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://www.cadc.auburn.edu/rural-studio/> > (consulté le 11 février 2011)
- RUSCH, Lars-Phillip. (2008). *Conduite de travaux*. Basel, Boston, Berlin : Birkhäuser, 2008. 86 p. Basics.
- SABBAH, Catherine. (2005a). « La cité manifeste de Mulhouse, expérimentation in vivo ». *Habitat et société*, sept. 2005, n° 39, p. 28-31.
- SABBAH, Catherine. (2007b). « Jean-Philippe Vassal & Anne Lacaton, Moins = Plus ». *Habitat et société*, juin 2007, n° 46, p. 22-25.
- SAGOT, Mariette, CORBILLÉ, Christine, GUIGOU, Brigitte. (2008). « Les solidarités territoriales ». *Les Cahiers de l'Institut d'aménagement et d'urbanisme Île-de-France*, sept. 2008, n° 148, p. 6-81.
- SAINT-PIERRE, Raphaëlle. (2009). « La maison spirale ». *Architectures à Vivre*, déc. 2009, n° 51, p. 96-105.
- SALOMON, Thierry, JEDLICZKA, Marc, MARIGNAC, Yves, et al. (2011). *Manifeste négawatt : réussir la transition énergétique*. Arles : Actes Sud, 2011. 368 p. Domaine du possible. ISBN : 978-2-330-00018-9.
- SANCHEZ, Thomas, GAILLARDE, Elisabeth, HUSSON-TRAORÉ, Anne-Catherine. (2007). *Construire Durable Une question d'énergie et de financement ?* [En ligne]. [s.l.] : ADEME, novethic études, 2007. Disponible sur : < <http://www2.ademe.fr/servlet/getBin?name=83B39BF3207A2B6A362265358AF930711181055307224.pdf> > (consulté le 10 septembre 2012)
- SARL FERRERO. « Chaumière, toits en chaume, couverture chaume, artisan ». In : *les chaumières de Bourgogne* [En ligne], [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://www.chaumieres-bourgogne.com/> > (consulté le 2 août 2012)
- SAUVIGNET, Éric. (2009). *Entreprise de lamellé-collé Barlet Frères*. Entretien réalisé par CHAMODOT, Mathilde, CLOQUET, Basile, Saint-Symphorien-des-Bois, 19 mars 2009.

- SCHMIDT, Werner. « Atelier Werner Schmidt ». In : *atelier Werner Schmidt* [En ligne], [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://www.atelierwernerschmidt.ch/Atelier.html> > (consulté le 9 septembre 2012)
- SEGAUD, Marion, BRUN, Jacques, DRIANT, Jean-Claude. (2003). *Dictionnaire critique de l'habitat et du logement*. Paris : A. Colin, 2003. 451 p. Dictionnaire. ISBN : 2-200-26173-X.
- SENCÉBÉ, Yannick. (2007a). « Le logement social dans un pays rural sous influence urbaine : une forme hybride du périurbain ». *Norois* [En ligne], 2007, n° 205. Disponible sur : < <http://norois.revues.org/index1226.html> > (consulté le 10 avril 2010)
- SENCÉBÉ, Yannick. (2011b). « Multi(ples) appartenances en milieu rural ». *Informations Sociales*, 2011, n° 164, p. 36-42.
- SERAFINI, Tonino. (2011a). « Loyers : petites annonces et grands écarts ». *Libération* [En ligne], 31 oct. 2011, Disponible sur : < <http://www.liberation.fr/societe/01012368750-loyers-petites-annonces-et-grands-ecarts> > (consulté le 18 novembre 2011)
- SERAFINI, Tonino. « Avec ou sans toit ». [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://logement.blogs.liberation.fr/> > (consulté le 30 janvier 2012 b)
- SERAJI, Nasrine, PAVILLON DE L'ARSENAL. (2007). *Logement, matière de nos villes : chronique européenne 1900-2007*. Paris : Picard, Pavillon de l'Arsenal, 2007. 463 p.
- SÉRON-PIERRE, Catherine. (2011). « 20 logements sociaux, Cornebarrieu : Perraudin Architectes ». *Moniteur architecture AMC*, déc. 2011, n° 211, p. 136-139.
- SMITH, Rusty. (2011). « Rural Studio, (Alabama, USA), Fixin' to Get Ready To : The Education of a Citizen Architect ». In : *Colloque-atelier « Vers un nouveau cycle de vie des territoires ruraux »*. Saint Étienne : École Nationale Supérieure d'Architecture, 27 oct. 2011.
- SOLNON, Romain. (2009). *Entreprise Rose Norman*. Entretien réalisé par CHAMODOT, Mathilde, CLOQUET, Basile, Galerie Européenne de la Forêt et du Bois, 2009.
- SOULAGE, Didier. (2010). « Vers un urbanisme durable en Saône-et-Loire ». In : *Conférence-débat : Villes, villages et logements durables, Savoir s'étendre sans se répandre*. Montceau-les-Mines : CAUE 71 Conseil d'architecture d'urbanisme et de l'environnement de Saône-et-Loire, 8 avr. 2010.
- SOULEZ, Juliette. (2009). « Quoi de neuf pour le logement social en 2009 ». *Archistorm*, mai 2009, n° 36, p. 32-49.
- SPIRITO, Gianpaola, TERRANOVA, Antonino. BRETAULT, Géraldine, trad. (2009). *Ecostructures : expressions d'une architecture durable*. Vercelli : White Star, 2009. 303 p.
- STAGE ARCS, VOÛTES, COUPOLES. (2007). *Stage Arcs, Voûtes, coupoles, calculs et maçonnerie*. Auroville Earth Institute : [s.n.], sept. 2007.
- STEELE, James. BELS-JONES, Emmanuelle, trad. (2005). *Architecture écologique : une histoire critique*. Arles : Actes Sud, 2005. 269 p. ISBN : 2-7427-5787-2.

- TALLON, Hélène. (2011). *Pluriactivité et accompagnement : un territoire à l'épreuve. Une expérimentation par la formation menée dans le Haut-Languedoc*. Thèse de doctorat en géographie. Montpellier : Université Paul Valéry, 2011. 570 p.
- TELL, Patrick, PROTAIS, Vincent, CHAMODOT, Mathilde, et al. (2010). « Atelier thématique : avantage et structuration de la filière bois aval ». In : *Journée d'échange et de débat PER écopôle bois de la-Roche-en-Brénil*. La-Roche-en-Brénil : [s.n.], 26 mars 2010.
- TELL, Patrick. (2010). *Association faCE menuisiers*. Entretien réalisé par CHAMODOT, Mathilde, CLOQUET, Basile, La-Roche-en-Brénil, 26 mars 2010.
- THE REBUILDING CENTER. « The ReBuilding Center ». [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://rebuildingcenter.org/> > (consulté le 16 janvier 2012)
- THORNTON, Grant. (2009). *Etude des coûts de construction en Haute-Savoie* [En ligne]. [s.l.] : [s.n.], 17 sept. 2009. Disponible sur : < http://www.google.fr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CD8QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.haute-savoie.equipement-agriculture.gouv.fr%2FIMG%2Fpdf%2FRapport_final_DDEA_Couts_Construction_cle21a72f.pdf&ei=xoPQULPfH8yXhQfNtoHIBg&usg=AFQjCNFOro-FkIYJkoT7LOyYBhuN_XURiA&bvm=bv.1355534169,d.ZG4 > (consulté le 12 décembre 2011)
- THOUVENOT, Agnès, VOVARD, Agathe. (2010). « Dossier : Politiques locales de l'habitat, des stratégies en panne ». *La Gazette des communes, des départements, des régions*, 27 sept. 2010, n° 2046, p. 28-35.
- LE TIEC, Jean Marie. (2005). *Butterfly house*. Travail Personnel de Fin d'Etude en architecture. Grenoble : École Nationale Supérieure d'Architecture, 2005.
- TOIT VOSGIEN. « Les Héliades, Saint-Dié des Vosges ». In : *Toit vosgien* [En ligne], [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://www.toit-vosgien.com/fr/actualites-2/actualites4-.html> > (consulté le 10 janvier 2011)
- TONKA, Hubert, SENS, Jeanne-Marie. (1994). *Une maison particulière à Floirac (Gironde) de Anne Lacaton & Jean-Philippe Vassal, architectes*. Paris : Sens & Tonka, 1994. 72 p. Le Visiteur. ISBN : 2-910170-15-2.
- TRANCART, Monique. (2010). « Des cités intermédiaires et durables ». *La Gazette des communes, des départements, des régions*, 31 mai 2010, n° 2032, p. 8-12.
- UNICEM, Union Nationale des industries de carrières et matériaux de construction. (2009). *Stratégie industrielle pour 2020 : assurer l'approvisionnement de la France en substances minérales, essentiel pour une stratégie de croissance durable*. [s.l.] : [s.n.], déc. 2009.
- VANIER, Martin, ESTÈBE, Philippe, BÉHAR, Daniel. (2010). « Interterritorialité : vers de nouvelles régulations ? » *La Gazette des communes, des départements, des régions*, février 2010, n° 2017, p. 9.
- VANIER, Martin. (2011). « La ruralité : ce qu'il faudrait incorporer dans cette notion pour continuer à en faire un descripteur pertinent de notre société contemporaine ». In : *Colloque-atelier « Vers un nouveau cycle de vie des territoires ruraux »*. Saint Étienne : École Nationale Supérieure d'Architecture, 28 oct. 2011.

- VERDIER, Philippe, GAUTRY, Jean-Pierre. (2009). *Le projet urbain participatif : apprendre à faire la ville avec ses habitants*. Gap : Y. Michel, Paris : Adels, 2009. 264 p. Société civile. ISBN : 978-2-913492-69-1.
- VILANDRAU, Maurice, ABBÉ PIERRE. (2002). *L'étonnante aventure des castors, l'autoconstruction dans les années 50*. Paris : l'Harmattan, 2002. 173 p. ISBN : 2-7475-2163-X.
- VILLE DE LAUSANNE. « ECO 46 ». In : *Ville de Lausanne* [En ligne], [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://www1.lausanne.ch/ville-de-nature/politique-ecologique/projets/eco46.html> > (consulté le 9 septembre 2012)
- VORMS, Bernard. (2010). « Table ronde n°1 : Le logement, attractivité et revitalisation des territoires ? » In : *États généraux du logement de Saône-et-Loire, « des logements de qualité pour tous »*. Montceau-les-Mines : ADIL 71 Agence Départementale d'Information sur le Logement de Saône-et-Loire, 20 sept. 2010.
- VOUILLON, Bernard. (2009). *Entreprise de charpente Vouillon*. Entretien réalisé par CHAMODOT, Mathilde, CLOQUET, Basile, Trambly, 4 mars 2009.
- WEILER, Nolwenn. (2008). « Quatre mois pour une maison, un travail de conception exigeant au service de l'écoconstruction ». *La Maison écologique*, mars 2008, n° 43, p. 12-15.
- WEINAND, Yves. (2012). « Timber project ». Galerie Européenne de la Forêt et du Bois : [s.n.], 15 mars 2012.
- WESPI, Markus, DE MEURON, Jérôme. « Umbau Haus Gö in Flawil sg 2000 ». In : *Markus Wespi et Jérôme De Meuron architectes* [En ligne], [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://www.wdmra.ch/showPage.php?template=opere&id=80> > (consulté le 28 septembre 2012)
- WIGNACOURT, Alex. (2009). *Caractérisation, mesure et évaluation des indicateurs techniques, économiques et financiers des éco-matériaux : Application au secteur du bâtiment*. Thèse de doctorat en Génie Industriel. Lille : École Centrale, 2009. 285 p.
- WILSON, Ariane, POUSSE, Jean-François. (2011). « Habitat participatif ». *Ecologik*, mars 2011, n° 19, p. 56-93.
- WILSON, Ariane. (2008). « Prototype d'éco-village, Kurimoto Millenium City, Chiba ». *Ecologik*, nov. 2008, n° 5, p. 78-87.
- ZIMMERMANN, Annie, PAQUOT, Thierry. (2008). « Dé-normer le logement social, pour une ville solidaire, entretien avec Patrick Bouchain ». *Urbanisme*, juin 2008, n° 360, p. 21-24.
- (1994). « Dedans et dehors, maison Latapie ». *Techniques et architecture*, nov. 1994, n° 416, p. 50-53.
- (1998). « Développement local et politiques d'aménagement du territoire ». *La tribune Fonda*, déc. 1998, n° 134, p. 17-27.
- (2003). « Pour quelques euros de moins : maison hangar; Le Pallet, Nantes ». *Architecture intérieure, CREE*, août 2003, n° 309, p. 96-99.
- (2004). « Transformation d'une maison rurale en Suisse ». *Séquences bois*, juill. 2004, n° 51, p. 8-11.

- (2004). « Dossier spécial HLM ». *Les Cahiers techniques du bâtiment*, sept. 2004, n° 245, p. 60-61.
- (2005). « Le marché de la maison bois ». *Wood Surfer*, oct. 2005, n° 30, p. 33-40.
- (2008). « Publicly supported housing in Iquique ». *Detail*, sept. 2008, n° 9, p. 944-945.
- (2008). « Les Sinus milieus, une cartographie de la société française ». *Habitat et société*, sept. 2008, n° 51, p. 63-69.
- (2008). « L'habitat social, levier du développement territorial ». *Actualités habitat*, 15 oct. 2008, n° 867, p. 24-25.
- (2008). « Le bois social, résidence du grand Beauvoir ». *Wood Surfer*, nov. 2008, n° 48, p. 27-34.
- (2008). « Bois-énergie : à la conquête de la plaquette ». *Systèmes solaires, le journal des énergies renouvelables*, déc. 2008, n° 188, p. 48-66.
- (2009). « Voyage d'études : Construction et architecture bois basse consommation en Suisse et dans le Vorarlberg ». [s.l.] : Aprovalbois, Conseil Régional de Bourgogne, 17 sept. 2009.
- (2009). « Voyage d'étude Rennes et sa région ». [s.l.] : CAUE 71 Conseil d'architecture d'urbanisme et de l'environnement de Saône-et-Loire, 15 oct. 2009.
- (2009). « Congrès « Innover pour ne pas subir » ». Dijon : Aprovalbois, 26 nov. 2009.
- (2011). « Portail bois.com ». [s.l.] : [s.n.], 2011. Disponible sur : < <http://www.bois.com/> > (consulté le 3 février 2011)
- (2011). « Forum international bois construction Beaune 2011 ». Beaune : Forum bois construction - HHconseil, Forum holzbau, Aalto Helsinki University of Technology (HUT), Berner Fachhochschule (BFH), Hochschule Rosenheim (HS Ro), Technische Universität Wien (TUW), Technische Universität München (TUM), University of British Columbia (UBC), 3 févr. 2011.
- (2011). « Terre de Liens pour la préservation du patrimoine rural ». In : *Good Planet info* [En ligne], [s.l.] : [s.n.], 27 avr. 2011. Disponible sur : < <http://www.goodplanet.info/Contenu/Initiatives/Terre-de-Liens-pour-la-preservation-du-patrimoine-rural> > (consulté le 7 décembre 2012)
- (2012). « La Saône-et-Loire travaille son image de marque ». *Saône-et-Loire info*, févr. 2012, n° 35, p. 3.
- « 39 logements sociaux ossature bois à Bayonne ». In : *Bernard Buhler architectes* [En ligne], [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://www.bernard-buhler.com/Projets/index.html> > (consulté le 28 novembre 2012)
- « AERA Actions, Études et Recherches sur l'Architecture, l'habitat et la ville ». [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://aera.over-blog.com/> > (consulté le 1 juin 2011)
- « Agence du patrimoine ». [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://agencedupatrimoine.jimdo.com/> > (consulté le 24 avril 2012)
- « Alterre Bourgogne ». [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://www.alterre-bourgogne.fr/> > (consulté le 3 février 2011)

- « Appel à projet Eco Habitat - Pays Corbières & Minervois ». [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://www.payscorbieresminervois.fr/Appel-a-projet-Eco-Habitat.html> > (consulté le 18 avril 2011)
- « Aprovalbois ». [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://www.aprovalbois.com/> > (consulté le 3 février 2011)
- « Architecture & Patrimoine ». [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://www.culture.gouv.fr/culture/inventai/patrimoine/> > (consulté le 8 février 2011)
- « Association Habicoop ». [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://www.habicoop.fr/> > (consulté le 28 septembre 2012)
- « Association Oxalis ». [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://www.oxalis-asso.org/> > (consulté le 18 avril 2011)
- « Association pierre de Bourgogne ». [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://www.pierre-bourgogne.fr/fr> > (consulté le 13 avril 2012)
- « Atlas cartographique ». In : *Les services de l'État dans le département de Saône-et-Loire* [En ligne], [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://www.saone-et-loire.gouv.fr/atlas-cartographique-a907.html> > (consulté le 21 décembre 2010)
- « Base documentaire du CTMNC ». [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://ctmnc1.ecritel.net:8080/cindocwebjsp/> > (consulté le 2 février 2011)
- « BIMBY Build In My BackYard ». [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://bimby.fr/> > (consulté le 12 mars 2012)
- « Botmobil ». [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://www.botmobil.org/> > (consulté le 9 septembre 2012)
- « Building Technologies | anupamakundoo.com ». [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://www.anupamakundoo.com/www/section/8> > (consulté le 4 décembre 2012)
- « Campus Vert, logement étudiant à la Campagne ». [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://www.campusvert.com/> > (consulté le 5 janvier 2012)
- « CAUE 71, Conseil d'Architecture, d'Urbanisme et de l'Environnement de Saône-et-Loire ». [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://www.caue71.fr/> > (consulté le 3 février 2011)
- « Comité National pour le Développement du Bois ». [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://www.cndb.org/> > (consulté le 3 février 2011)
- « Commune de Tramayes ». [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://www.tramayes.com/> > (consulté le 28 septembre 2012)
- « Conseil général de Saône-et-Loire ». [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://www.cg71.fr/jahia/Jahia/> > (consulté le 3 février 2011)
- « Conseil régional de Bourgogne ». [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://www.cr-bourgogne.fr/> > (consulté le 3 février 2011)

- « container.li ». [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://containerbydorf.blogspot.fr/> > (consulté le 9 janvier 2012)
- « Cote pierre ». [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://www.roches-ornementales.com/Site-Cote-pierres/COTEPIERRE.HTML> > (consulté le 9 septembre 2012)
- « DDT 71 Direction départementale des territoires de Saone-et-Loire ». [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://www.saone-et-loire.equipement.gouv.fr/> > (consulté le 3 février 2011)
- « DIREN Bourgogne, Direction régionale de l'environnement de Bourgogne ». [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://www.bourgogne.ecologie.gouv.fr/> > (consulté le 3 février 2011)
- « DRAAF Bourgogne, Direction régionale de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt de Bourgogne ». [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://draaf.bourgogne.agriculture.gouv.fr/> > (consulté le 3 février 2011)
- « Ecoinvent ». [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://db.ecoinvent.org/ecoquery/processdetail.php?area=2&pid=489&displaymode=LCI#dataset489dataset> > (consulté le 4 décembre 2011)
- « Ekopolis - Construire : Matériauteurs ». [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://www.ekopolis.fr/construire/materiauteurs/sur-internet> > (consulté le 4 décembre 2011)
- « Ensemble à Beaumont en Ardèche ». In : *Construire ensemble le grand ensemble* [En ligne], [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < http://www.legrandensemble.com/pages/Ensemble_a_Boulogne_sur_Mer-4195812.html > (consulté le 1 juin 2011)
- « Galerie Européenne de la Forêt et du Bois ». [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://www.gefb-cg71.com/jahia/Jahia/> > (consulté le 3 février 2011)
- « Institut national de la statistique et des études économiques ». [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://www.insee.fr/fr/> > (consulté le 28 septembre 2012)
- « Interchanvre - Accueil ». [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://www.interchanvre.com/> > (consulté le 6 juin 2012)
- « La Transfo Bourgogne ». [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://territoiresenresidences.wordpress.com/category/la-transfo/la-transfo-bourgogne/> > (consulté le 17 novembre 2011)
- « Les Echos - En Bourgogne, la vallée de la céramique revisitée - Archives ». [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://archives.lesechos.fr/archives/2002/LesEchos/18706-14-ECH.htm> > (consulté le 9 septembre 2012)
- « Logements sociaux à Mulhouse ». In : *Lacaton et Vassal architectes* [En ligne], [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://www.lacatonvassal.com/index.php?idp=19> > (consulté le 10 février 2011)
- « Mairie-conseils ». [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://www.localtis.fr/cs/ContentServer?pagename=MairieConseils/homepage> > (consulté le 28 septembre 2012)

- « Maison à Coutras ». In : *Lacaton et Vassal architectes* [En ligne], [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://www.lacatonvassal.com/index.php?idp=16> > (consulté le 10 février 2011)
- « Maison bioclimatique à Saules ». In : *Architectures Marc Dauber* [En ligne], [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://www.architectures-marcadauber.fr/realisations/habitat/saules/> > (consulté le 14 juin 2012)
- « Ophélie, base de données matériaux ». In : *Ophélie* [En ligne], [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < http://ophelie.7vents.fr/index.php?option=com_resource&view=list&category_id=1&Itemid=78&limitstart=40 > (consulté le 9 septembre 2012)
- « Ossature bois ». [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < http://grignolet.over-blog.fr/photo-1710688-DSC08065_jpg.html > (consulté le 13 février 2011)
- « Pays Sud Bourgogne ». [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://www.pays-sud-bourgogne.fr/strategie/> > (consulté le 28 septembre 2012)
- « PUCA Plan Urbanisme Construction Architecture ». [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://rp.urbanisme.equipement.gouv.fr/puca/> > (consulté le 13 avril 2012)
- « Quinta Monroy ». In : *Elemental architectes* [En ligne], [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://www.elementalchile.cl/viviendas/quinta-monroy/quinta-monroy/> > (consulté le 10 février 2011)
- « Réhabilitation d'un entrepôt en 20 logements à Bordeaux ». In : *Bernard Buhler architectes* [En ligne], [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://www.bernard-buhler.com/Projets/index.html> > (consulté le 28 novembre 2012)
- « Réinterprétation du hangar agricole ». In : *Atelier Correia architectes* [En ligne], [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://www.ateliercorreia.com/projets?tri=types&categorie=5&projet=29> > (consulté le 14 juin 2012)
- « Réseau Rural Français ». [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://www.reseaurural.fr/> > (consulté le 28 février 2012)
- « Résidence d'artiste dans le Morvan ». In : *Atelier Correia architectes* [En ligne], [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://www.ateliercorreia.com/projets?tri=types&categorie=5&projet=36> > (consulté le 14 juin 2012)
- « Sirius, 2030 Saône-et-Loire ». [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://www.sirius71.fr/bin/view/Main/WebHome> > (consulté le 28 novembre 2011)
- « Terre de Liens ». [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://www.terredeliens.org/spip.php?page=accueil> > (consulté le 19 mars 2012)
- « Thésaurus de l'UNESCO – descripteurs en français, anglais, espagnol et russe ». [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://databases.unesco.org/thesfr/> > (consulté le 8 février 2011)
- « Toits de Choix ». [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://www.toitsdechoix.com/> > (consulté le 28 septembre 2011)

- « Transformation de la tour Bois le Prêtre ». In : *Lacaton et Vassal architectes* [En ligne], [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://www.lacatonvassal.com/index.php?idp=56> > (consulté le 10 février 2011)
- « Transport à la Demande ». In : *Commune de Saint-Bonnet-de-Joux* [En ligne], [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://stbonnetdejoux.fr/vie-quotidienne/infos-pratiques/transport-a-la-demande> > (consulté le 28 septembre 2012)
- « Visual Understanding Environment ». In : *Visual Understanding Environment* [En ligne], [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://vue.tufts.edu/> > (consulté le 23 novembre 2012)
- « Woodsurfer.com : portail du bois dans la construction, magazine professionnel de la filiere bois ». [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://www.woodsurfer.com/> > (consulté le 3 février 2011)
- « ZAC des Prés Saint-Jean, Chalon-sur-Saône ». In : *Architectures Marc Dauber* [En ligne], [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://www.architectures-marcdauber.fr/realisations/habitat/chalon/> > (consulté le 14 juin 2012)

Table des figures

Fig. 1 L'évolution des performances énergétiques dans le bâtiment (en kWh d'énergie primaire) (SALOMON, JEDLICZKA, MARIGNAC, ET AL., 2011, p.320).	21
Fig. 2 Exemple de carte mentale « Comment fabriquer une carte mentale ? » (GUERTIN, 2010)	37
Fig. 3 Carte conceptuelle qui décrit la structure d'une carte conceptuelle et	39
Fig. 4 Réalisation collective d'une Cartographie du processus d'achat public à la Région Rhône-Alpes par un groupe d'acteurs, animée par l'association La 27e région. (LA 27ÈME RÉGION, 2012)	40
Fig. 5 Comparatif entre les cartes conceptuelles et les cartes mentales (CHAUVIN, <i>op. cit.</i> , p.29)	41
Fig. 6 Explication de la carte conceptuelle : Idée centrale	42
Fig. 7 Explication de la carte conceptuelle : problématique, idée centrale	43
Fig. 8 Explication de la carte conceptuelle : problématique, idée centrale, cinq branches principales	44
Fig. 9 Explication de la carte conceptuelle : problématique, idée centrale, cinq branches principales et leurs ramifications	45
Fig. 10 Exemples de propositions dans la carte conceptuelle « Habitat financièrement accessible »	46
Fig. 11 Exemples de ressources pouvant être interconnectées dans le logiciel VUE : du texte, une image, un document PDF, un article disponible sur internet (hyperlien à l'intérieur du cadre concerné)	46
Fig. 12 Exemples d'hyperliens vers des citations de l'ouvrage « <i>Housing Platform 2</i> » dans la carte conceptuelle « Habitat financièrement accessible »	47
Fig. 13 Explication de la carte conceptuelle : Problématique, idée centrale, cinq branches principales et leurs ramifications, et ce qui est spécifique à la Saône-et-Loire en jaune	48
Fig. 14 Exemples de spécificités du contexte de la Saône-et-Loire dans la carte conceptuelle	48
Fig. 15 Explication de la carte conceptuelle : Problématique, idée centrale, cinq branches principales et leurs ramifications, ce qui est spécifique à la Saône-et-Loire en jaune, pistes pour réduire le coût de l'habitat en bleu foncé	49
Fig. 16 Exemples de pistes pour réduire des coûts de l'habitat dans la carte conceptuelle	50
Fig. 17 Explication de la carte conceptuelle : Problématique, idée centrale, cinq branches principales et leurs ramifications, spécificités de la Saône-et-Loire en jaune, pistes pour réduire le coût de l'habitat en bleu foncé, références en bleu clair	51
Fig. 18 Exemples de références illustrant des pistes dans la carte conceptuelle « Habitat financièrement accessible »	51
Fig. 19 Les liens, en orange, relient des éléments qui appartiennent à des zones de la carte différentes, mais qui ont des influences les uns sur les autres ou sont proches	52

Fig. 20 Exemples de liens croisés dans la carte conceptuelle « Habitat financièrement accessible »	52
Fig. 21 Les liens croisés relient des concepts situés dans différentes branches	53
Fig. 22 Certaines pistes, reliées par des liens orange, appartiennent à la même famille, même si elles sont situées dans des branches différentes	54
Fig. 23 Exemple de l'utilisation des mots-clés dans VUE, avant et après filtrage	55
Fig. 24 La stratégie « mutualisation » est repérée dans plusieurs pistes et références situées dans différentes branches de la carte conceptuelle	55
Fig. 25 Le mot-clé « mutualisation » est attribué à ces pistes et à ces exemples, ainsi qu'à tous les concepts et les liens qui les relient jusqu'au centre de la carte	56
Fig. 26 Le chemin « mutualisation » peut alors être rendu visible indépendamment du reste de la carte mentale	56
Fig. 27 Les 7 chemins en miniature	57
Fig. 28 Zoom sur la branche « coûts de montage et gestion » du chemin « apport travail »	58
Fig. 29 Zoom sur la branche « coûts de réalisation » du chemin « apport travail »	59
Fig. 30 Zoom sur la branche « coûts différés » du chemin « apport travail »	60
Fig. 31 Maison vigneronne à Igé (BOUILLOT, 1991d)	70
Fig. 32 Bâtiment en pierre, bois et pisé à Saint-Pierre-le-Vieux (Photo : B. Cloquet, 2012)	70
Fig. 33 Muret en pierres maçonnées à sec (Photo : B. Cloquet, 2009)	70
Fig. 34 Maison à Ozolles, pierres d'angle et de mur différentes, collectées <i>in situ</i> pour le remplissage, et venant d'une carrière de meilleure qualité pour les angles (Photo : B. Cloquet, 2009)	72
Fig. 35 Maison en pisé de la cité ouvrière de Blanzys (CAUE 71, 2010d)	72
Fig. 36 Chaumière morvandelle (carte postale du début du XX ^e siècle)	73
Fig. 37 Ferme en pisé et pierres à Poisson (Photo : B. Cloquet, 2012)	74
Fig. 38 Localisation des données de l'Inventaire national en Bresse	75
Fig. 39 Carte géologique de la Saône-et-Loire, d'après une carte réalisée par P. Rat et P. Chevalier, (DRIRE BOURGOGNE, 2001)	77
Fig. 40 Carte des forêts et des terres arables Saône-et-Loire	78
Fig. 41 Principaux massifs forestiers bordant la Saône-et-Loire	79
Fig. 42 Types de forêts en Saône-et-Loire, source : IFN	80
Fig. 43 Ressources en bois en Saône-et-Loire (CHAMODOT, CLOQUET, 2010)	83
Fig. 44 Impact des différents lots dans le coût global de construction (<i>Ibid.</i>)	95
Fig. 45 Schéma de la filière bois (CHAMODOT, CLOQUET, 2010b)	107
Fig. 46 Entreprises de 1 ^{ère} transformation en Saône-et-Loire	108

Fig. 47 Entreprises de 2 ^{ème} transformation en Saône-et-Loire	110
Fig. 48 Provenance et destination du bois en Saône-et-Loire (CHAMODOT, CLOQUET, 2010b)	113
Fig. 49 Chantier de l'EHPAD de Mervans (Photo : B. Cloquet, 2009)	114
Fig. 50 Chantier de l'EHPAD de Mervans, intérieur (Photo : B. Cloquet, 2009)	114
Fig. 51 Carte géologique de la Saône-et-Loire, source : BRGM	117
Fig. 52 Carrière Masson à Saint-Martin-Belle-Roche (Photo : Carrière Masson) (MASSON, <i>op. cit.</i>)	119
Fig. 53 Représentation schématique de la carrière de Saint-Martin Belle-Roche	119
Fig. 54 Situation des carrières et type de roches extraites. Source DRIRE DDAF 71	122
Fig. 55 Cercle vicieux du reproche, schéma repris d'un schéma attribué à David Cadman, par le « Sustainable Construction Focus Group », 2000 (<i>Ibid.</i>)	126
Fig. 56 Part dans le revenu des ménages des dépenses énergétiques pour le logement en Saône-et-Loire (d'après : Alterre Bourgogne (ALTERRE BOURGOGNE, 2007), données : INSEE « revenus fiscaux 2000 »)	128
Fig. 57 Cercle vertueux de la construction durable. Schéma repris d'un schéma du RICS (Royal Institution of Chartered Surveyors) (RICS EU PUBLIC AFFAIRS MANAGER, HARTENBERGER, 2008)	141
Fig. 58 Perspective du premier projet OUTsiders, lauréat du concours « Habitat écologique » montrant un mode de vie différent selon les saisons (été, intersaisons, hiver) (DILLARD, ROBIN, BELLEOUD, 2009)	145
Fig. 59 Outsiders sur le site de la Galerie Européenne de la Forêt et du Bois (71) - Insertion paysagère (<i>Ibid.</i>)	146
Fig. 60 Prototype Armadillo Box© en 2010 à Madrid, lors de la compétition (Photo : B. Cloquet, 2010)	146
Fig. 61 Armadillo Box 71 sur le site de la Galerie Européenne de la Forêt et du Bois (71) - Insertion paysagère (Image : Maxime Bonnevie, Cédric Gaillard, Nicolas Dubus, Equilibre architecture, CG71)	146
Fig. 62 Reprise des concepts architecturaux et techniques des projets Armadillo Box (Madrid et Ines) et OUTsiders pour la déclinaison du prototype Armadillo Box 71.	147
Fig. 63 Expérimentation de Charpente pour le prototype Armadillo Box 71 aux Grands Ateliers de l'Isle d'Abeau (Villefontaine, Isère), septembre 2010 (Photo : ENSAG 2010)	150
Fig. 64 Expérimentation pour le Prototype Armadillo 71 (Bois et Acier) aux Grands Ateliers de l'Isle d'Abeau (Villefontaine, Isère), septembre 2010 (Photos : ENSAG, 2010)	151
Fig. 65 Projet lotissement des coccinelles, Sainte Croix aux Mines - Perspectives et plan du concours (images : architectes Gstudio).	152
Fig. 66 Eolienne dans une ferme dans le Charolais, (Basile Cloquet, juin 2012)	156
Fig. 67 Maison du pot de Fer : vue lointaine, deux vues de chantier avec panneaux solaires et petite éolienne (Photo : AtelierZéroCarbone) (M.P., 2011)	157

Fig. 68 Principe « Modulobois », conception : Ateliers Lion, Arbonis Construction,	163
Fig. 69 Maison avant et après transformation, architectes : Markus Wespi & Jérôme de Meuron, (Photos : H. Henz fotografo d'architettura)	164
Fig. 70 Ferme à vendre proche centre de Dompierre-les-Ormes, source : image Google Street View, 71520 Dompierre-les-Ormes	166
Fig. 71 En Bresse : Ferme de la Forêt à Courtes, Ain (Photo : CRAterre-ENSAG)	166
Fig. 72 Bâtiments à volailles (Photo : Fabriques)	168
Fig. 73 Étable en stabulation entravée (années 1970) actuellement inutilisée en cours de transformation pour devenir un atelier pour artisans (Photo : Fabriques)	168
Fig. 74, Étable en stabulation libre pour bovins laitiers (Photo : Fabriques)	168
Fig. 75 La Sucrerie à Chalon-sur-Saône (Photos : Charlotte Rebet) (REBET, 2011)	169
Fig. 76 Logements sociaux à Bordeaux, architecte : Bernard Bühler (Photos : Vincent Monthiers)	170
Fig. 77 Rénovation Saint Pantaléon à Autun (Photo : OPAC de Saône-et-Loire)	173
Fig. 78 Résidence du grand Beauvoir (Photo : M. Bazantay)	175
Fig. 79 Maison Latapie, architectes : Lacaton & Vassal (Photo : Lacaton & Vassal)	180
Fig. 80 Boîte dans un hangar, architectes : Atelier Correia (Photo : Atelier Correia)	181
Fig. 81 Maison de vacances à Épinac, architectes : Barrache & Lamine	182
Fig. 82 Façade en bois pré-grisé, Green offices, Givisiez, Suisse. (Photo : Aprovalbois, 2009)	186
Fig. 83 Mur en briques de terre crue, utilisées comme masse thermique au cœur du bâtiment	186
Fig. 84 Centre communal de Ludesch (Autriche)	200
Fig. 85 Centre communal de Ludesch (Autriche) : détail de façade	200
Fig. 86 Formations dans le secteur bois en Bourgogne (BOURGOGNE DÉVELOPPEMENT, 2009)	204
Fig. 87 Prototype pour personnes sans abri construit sur le site du Passage à Grenoble.	216
Fig. 88 Outsiders, Projet de fin d'études, Architecture et Cultures constructives - École Nationale Supérieure d'Architecture de Grenoble. (Photo : L. Dillard, P. Belleoud, V. Robin 2009, Grands Ateliers de l'Isle d'Abeau)	217
Fig. 89 Modulobois (<i>Ibid.</i>)	220
Fig. 90 Extension de maison dans une grange (<i>Ibid.</i>)	221
Fig. 91 Maison Epinac (Photo : Jean-Baptiste Barache, 2008)	223
Fig. 92 Maison Spirale (Photo : Stéphane Chalmeau, 2009)	224
Fig. 93 Maison individuelle à Chalon-sur-Saône (Photo : Marc Dauber)	225

Fig. 94 Façade d'un bâtiment de bureaux à Tattendorf (Autriche) (<i>Ibid.</i>)	228
Fig. 95 Bâtiment de bureaux construit dans le cadre du programme « Haus der Zukunft » (<i>Ibid.</i>)	229
Fig. 96 Tranche d'un prototype en caisson de bois isolé en bottes de paille	230
Fig. 97 Maison à couverture de chaume (Photo : maas architecten)) (KÀROLYI, 2010, p.48)	231
Fig. 98 ECO 46 : bâtiment municipal construit en paille, bois, et terre (<i>Ibid.</i>)	233
Fig. 99 Production et exportation du chanvre Saône-et-Loiren, comparaison à la production de chanvre en France	234
Fig. 100 Mur en ossature bois avec remplissage en chanvre et terre (Photo : Amélie Le Paih, 2010)	237
Fig. 101 Façades et détail de pose d'une pierre d'un mur pour du logement social à Cornebarrieu	239
Fig. 102 Prototype en pierre massive au Grands Ateliers de l'Isle d'Abeau (LES GRANDS ATELIERS, 2011)	240
Fig. 103 Carrières du Pont du Gard : vue d'ensemble montrant l'horizontalité des lits de pierres - découpe des blocs à la haveuse – gros blocs extraits prêts à poser ou redécouper.	241
Fig. 104 Fendeuse à la carrière Masson de Saint-Martin-Belle-Roche (Photo : B.Cloquet, 2012)	242
Fig. 105 Réalisation en gabion sur la Roche de Vergisson (Photo : B. Cloquet, 2010)	243
Fig. 106 Habitation en pisé, Domaine de la terre, Villefontaine. Architectes Jourda et Perraudin	246
Fig. 107 Rosie Joe House, architecte : DesignBuilt Bluff (Photo : Hugo Gasnier, 2012)	247
Fig. 108 Maison « Su-Si » (Photo : Johannes Kaufmann Architektur)	252
Fig. 109 Extrait de l'exposition « Demain, quel habitat en Saône-et-Loire ? »	253
Fig. 110 Système Dom-Ino de Le Corbusier, (image : F.L.C. / Adagp, Paris 2006) (DARMON, <i>op. cit.</i> , p.7)	256
Fig. 111 Œuvre de Rirkrit Tiravanija, <i>Dom-Ino</i> , septembre/octobre 2008. (Photo : Galerie Chantal Crousel. Disponible sur : http://www.crousel.com/home/exhibition/174/ (Consultée le 10/10/2010))	256
Fig. 112 Maison des jours meilleurs (Photo : Adagp, Paris 2006) (DARMON, <i>ibid.</i> , p. 8)	257
Fig. 113 logements collectifs à Villejuif, architecte : Yves Lion (Photo : Archiguide)	258
Fig. 114 Principe : assemblage de différents modules pour former différents types de logements, image : Tetrarc	262
Fig. 115 Image du quartier Rosa Parks, image : Tetrarc	262
Fig. 116 Différentes maisons des LV series – (Photo : (ROMERO, [s.d.]))	263
Fig. 117 Machine à découpe numérique (Photo : T. Chassepoux)	266

Fig. 118 Photo et plan de structure du bâtiment, Anglade Structures Bois et P. de Boissieu (<i>Ibid.</i>)	268
Fig. 119 Maison Latapie, (Photo : Philippe Ruault) (<i>Ibid.</i>)	271
Fig. 120 Deepanam school, Inde (photo : Serge Maïni)	272
Fig. 121 Exposition Timber Project, à la Galerie Européenne de la Forêt et du Bois, Dompierre-les-Ormes, 71 (Photos : B. Cloquet, 2012)	276
Fig. 122 Maison Container, architecte : C. Rannou (<i>Ibid.</i>)	278
Fig. 123 Logements étudiants en containers, Cattani Architects	279
Fig. 125 Logements en containers « Archihome »	280
Fig. 126 Musée de Ningbo (Photos : M. Auzet, J. Goudy, 2012)	282
Fig. 126 Corrugated Cardboard Pod, (Photo : Timothy Hursley)	285
Fig. 127 Carpet House, (Photo : Timothy Hursley)	285
Fig. 129 Maison grange, architecte : Jean-Baptiste Barache (Photo : Jean-Baptiste Barache)	290
Fig. 130 Extrait de l'exposition « Demain, quel habitat en Saône-et-Loire ? » Juillet 2012 (CHAMODOT, CLOQUET, 2012g)	298
Fig. 131 Maison autoconstruite de Mathieu Gervais (<i>Ibid.</i>)	299
Fig. 132 Coupe sur le quartier d'habitations sous des serres, image : Gaëlle Bois-Soulier, Mathilde Chamodot, Basile Cloquet	302
Fig. 133 Ateliers communs pour la fabrication des maisons, transformés ensuite en garage et salle commune, image : Gaëlle Bois-Soulier, Mathilde Chamodot, Basile Cloquet	302
Fig. 134 Habitat groupé autoréhabilité à Saint-Pierre-le-Vieux, (Photo : M.Chamodot et B. Cloquet)	305
Fig. 135 Extrait de l'exposition « Quelles stratégies pour un Habitat économique »	306

Sauf mention spécifique, les figures sont de Mathilde Chamodot et Basile Cloquet.

THÈSE

Pour obtenir le grade de

DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ DE GRENOBLE

Spécialité : **Architecture**

Arrêté ministériel : 7 août 2006

Présentée par

Basile CLOQUET

Thèse dirigée par **Hubert GUILLAUD**

et codirigée par **Anne-Monique BARDAGOT**

préparée au sein du **Laboratoire CRAterre-ENSAG**

dans l'**École Doctorale n°454**

Sciences de l'Homme du Politique et du Territoire

Vers un habitat écoresponsable en Saône-et-Loire, qui privilégie les ressources locales

Thèse soutenue publiquement le **1^{er} mars 2013**,
devant le jury composé de :

M. Hubert GUILLAUD

Professeur HDR, École Nationale Supérieure d'Architecture de
Grenoble, Directeur de thèse

Mme Anne-Monique BARDAGOT

Maître-assistant, Docteur en ethnologie, École Nationale
Supérieure d'Architecture de Grenoble, Co-directrice de thèse

M. Philippe POTIÉ

Professeur HDR École Nationale Supérieure d'Architecture de
Versailles, Rapporteur

M. Stéphane HANROT

Professeur HDR, École Nationale Supérieure d'Architecture de
Marseille, Rapporteur

M. Henri BONIAU

Directeur de la Galerie Européenne de la Forêt et du Bois,
Conseil général de Saône-et-Loire, Personnalité extérieure

Annexes

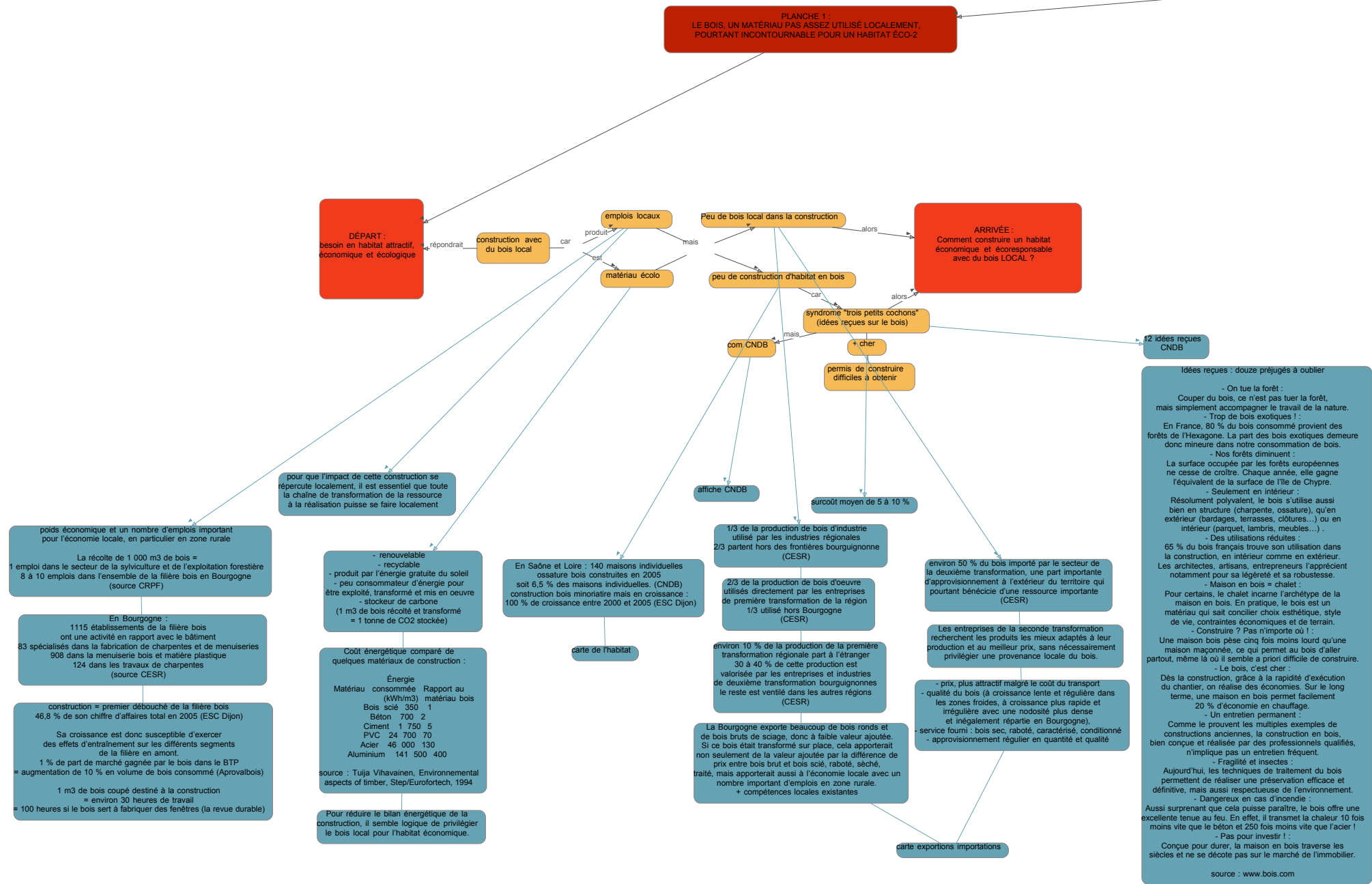


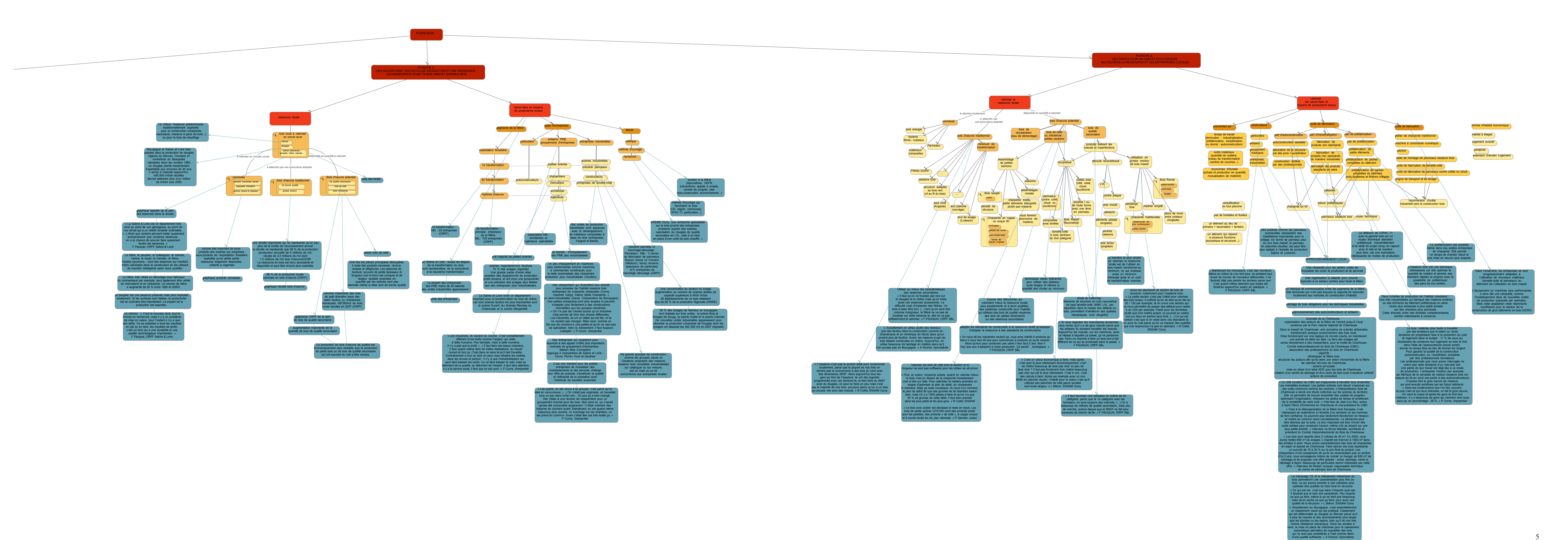
Sommaire

Carte conceptuelle « Filière bois en Saône-et-Loire », 2009, Chamodot M., Cloquet B.	4
Exposition : « Habitat éco-responsable en Saône-et-Loire, Filière bois, quelles formes d’habitat économique et écologique ? », juin 2010, Chamodot M., Cloquet B.	7
7 « chemins » issus de la carte conceptuelle :	20
- simplicité	20
- apport-travail	22
- mutualisation	24
- rationalisation	26
- évolutivité	28
- économie sur les matériaux	30
- diminution des charges	32
Exposition : « Quelles stratégies pour un habitat économique ? Matière à réflexion », septembre 2011, Chamodot M., Cloquet B.	35
Exposition : « Quel habitat de demain en Saône-et-Loire ? Support pour une réflexion collective », juillet 2012, Chamodot M., Cloquet B.	51
Plaquette « Un prototype d’habitat écologique et économique un projet collaboratif », mai 2011, CG 71, Cloquet B., Chamodot M.	67

Carte conceptuelle « filière bois en Saône-et-Loire »

Mathilde Chamodot, Basile Cloquet, 2009





filière bois, Quelles formes d'habitat économique et écologique ?

Mathilde Chamodot & Basile Cloquet recherche en cours ... avril 2010

1

le bois local, un matériau peu utilisé localement, pourtant incontournable pour l'habitat de demain

L'utilisation du bois dans l'habitat reste aujourd'hui souvent limitée à la charpente en fermettes pour la maison individuelle, et reste une exception pour l'habitat collectif. Il est nécessaire de sensibiliser tous les maîtres d'ouvrage et d'organiser la filière locale pour le développer.

Peu d'habitats utilisant le bois en Saône-et-Loire, mais de plus en plus de demandes

La plupart des habitats construits avec du bois sont des maisons individuelles, des pavillons ou des extensions. Très peu d'opérations d'habitat collectif en bois ont vu le jour sur le territoire. En Saône et Loire **140** maisons individuelles à ossature bois ont été construites en 2005 soit, **6,5 %** des maisons individuelles⁽¹⁾.

Une des raisons pour lesquelles peu d'habitats sont construits avec du bois actuellement, est la **culture française de la construction « en dur »**, et les idées reçues tenaces sur ce matériau.

Les bailleurs sociaux ont du mal à trouver des entreprises de construction suffisamment organisées pour répondre à leurs programmes souvent assez conséquents pour des PME.

Pour ces raisons, les maîtres d'ouvrage hésitent encore à faire ce choix, et les permis de construire sont encore difficiles à obtenir.

Le syndrome « des 3 petits cochons », des préjugés encore tenaces⁽³⁾



maison en bois = chalet



le bois n'est pas un matériau durable



le bois brûle plus que les autres matériaux



construire en bois, c'est faire disparaître la forêt



le bois, c'est cher



le bois n'est pas un matériau résistant



le bois nécessite beaucoup d'entretien

La construction bois reste minoritaire mais est en croissance : **100 %** de croissance entre 2000 et 2005 ⁽²⁾.

Quelques opérations innovantes d'habitat en bois en Saône et Loire promeuvent l'utilisation de ce matériau auprès des maîtres d'ouvrage.

Maison individuelle 2007 ⁽⁴⁾

Architectes :
Architectures Marc Dauber

Entreprise :
Covre charpente



Extension Spirale 2008 ⁽⁶⁾

Architectes :
Powerhouse Company

Entreprise :
Covre charpente

publié dans la revue « Architectures à Vivre »



Maison dans le pré 2008 ⁽⁵⁾

lauréat du salon bois d'Angers 2008

Architectes :
Atelier Barache & Lamine

Entreprise : MO2B



Maison individuelle 2007 ⁽⁴⁾

Projet lauréat au Prix Grand Public de l'Architecture 2004 en Bourgogne

Architectes :
Pierre et Karine RATTEZ

1 CNDB
2 Idées reçues : douze préjugés à oublier, site internet : www.bois.com
3 étude « La filière bois bourguignonne face à l'évolution du marché de la construction résidentielle en bois » Aprovalbois/ESC Dijon Bourgogne
4 CAUE 71
5 www.salon-maison-bois.com
6 Architecture à vivre n° 51 - nov - déc 09

filière bois,
Quelles formes d’habitat économique et écologique ?

Mathilde Chamodot & Basile Cloquet recherche en cours ... avril 2010

1 le bois local, un matériau peu utilisé localement, pourtant incontournable pour l’habitat de demain

La croissance de la construction bois entraînerait des effets sur l’ensemble de la filière en amont. Pour réduire le bilan énergétique de la construction, il semble logique de privilégier le bois local pour l’habitat économique.

Construire avec du bois local semble adéquat pour répondre aux besoins en habitat attractif, économique et écologique de la Saône-et-Loire

car c’est un matériau essentiellement écologique

- renouvelable
- produit par l’énergie du soleil
- peu consommateur d’énergie pour être exploité, transformé et mis en oeuvre

Coût énergétique comparé de quelques matériaux de construction :

Matériaux	Énergie consommée (kWh/m3)	Rapport au matériau bois
Bois scié	350	1
Béton	700	2
Ciment	1 750	5
PVC	24 700	70
Acier	46 000	130
Aluminium	141 500	400

source : Tuija Vihavainen, Environmental aspects of timber, Step/Eurofortech, 1994

- puits de carbone

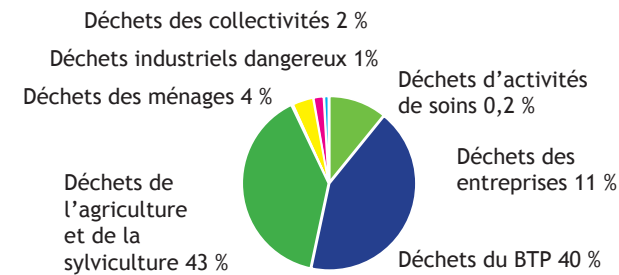
Le bois est le seul matériau de construction capable de présenter un bilan carbone positif :

1 m³ de bois récolté et transformé
=
1 t de CO₂ stockée⁽¹⁾

- biodégradable

- recyclable

L’utilisation du bois pour la construction participe à la réduction de la quantité de déchets.



car cela produit des emplois locaux, en particulier en zone rurale

La construction est le 1^{er} débouché de la filière bois bourguignonne : 46,8 % de son chiffre d’affaires total en 2005⁽²⁾

1 m³ de bois coupé destiné à la construction
=
± 30 heures de travail
ou 100 heures si le bois sert à fabriquer des fenêtres⁽³⁾

La récolte de 1000 m³ (33 ) de bois

=
1 emploi dans le secteur de la sylviculture, exploitation forestière
+
8 à 10 emplois dans l’ensemble de la filière bois en Bourgogne ⁽⁴⁾

filière bois,

Quelles formes d'habitat *économique* et *écologique* ?

Mathilde Chamodot & Basile Cloquet recherche en cours ... avril 2010

1

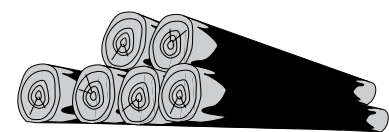
le bois local, un matériau peu utilisé localement, pourtant incontournable pour l'habitat de demain

Le territoire (Saône-et-Loire et massifs forestiers environnants) exporte beaucoup de bois rond et de bois brut de sciage

Si ce bois était transformé sur place, cela permettrait :

- de participer à l'économie locale en amenant de l'emploi, en particulier en zone rurale, en valorisant les compétences locales et en conservant la valeur ajoutée de la transformation du bois (sciage, rabotage, classement, séchage, traitement, transformation en charpentes, menuiseries, panneaux...) sur le territoire
- d'améliorer encore le bilan énergétique et le bilan carbone de la construction bois en minimisant le transport

Le territoire, qui pourtant bénéficie d'une ressource importante, s'approvisionne en grande partie à l'extérieur pour sa construction bois



Où part le bois local ?

production de bois d'oeuvre bourguignonne

2/3

utilisés directement par les entreprises de première transformation de la région

1/3

utilisé hors Bourgogne

production de la première transformation bourguignonne

10 %

envoyé à l'étranger

30 à 40 %

valorisé par les entreprises et industries de deuxième transformation bourguignonnes

50 à 60 %

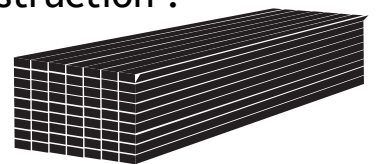
ventilé dans les autres régions



On remarque que les massifs forestiers les plus importants se trouvent en périphérie du territoire de Saône-et-Loire. Le territoire délimité par les frontières administratives n'est donc pas le plus pertinent pour l'étude de la filière bois.

D'où

vient le bois pour la construction ?



50 %

du bois pour le secteur de la deuxième transformation bourguignonne est importé

Les entreprises de la seconde transformation recherchent les produits les mieux adaptés à leur production et au meilleur prix, sans nécessairement privilégier une provenance locale du bois. Une grande partie des bois pour la construction viennent actuellement d'Europe du Nord. Les raisons invoquées sont :

- le prix est plus attractif malgré le coût du transport
- la qualité du bois est considérée meilleure (à croissance lente et régulière dans les zones froides, à croissance plus rapide et irrégulière avec une nodosité plus dense et inégalement répartie en Bourgogne)
- le service fourni est plus complet : bois sec, raboté, caractérisé, conditionné
- l'approvisionnement est régulier en quantité et qualité

filière bois,

Quelles formes d'habitat économique et écologique ?

Mathilde Chamodot & Basile Cloquet recherche en cours ... avril 2010

Une ressource locale abondante et disponible

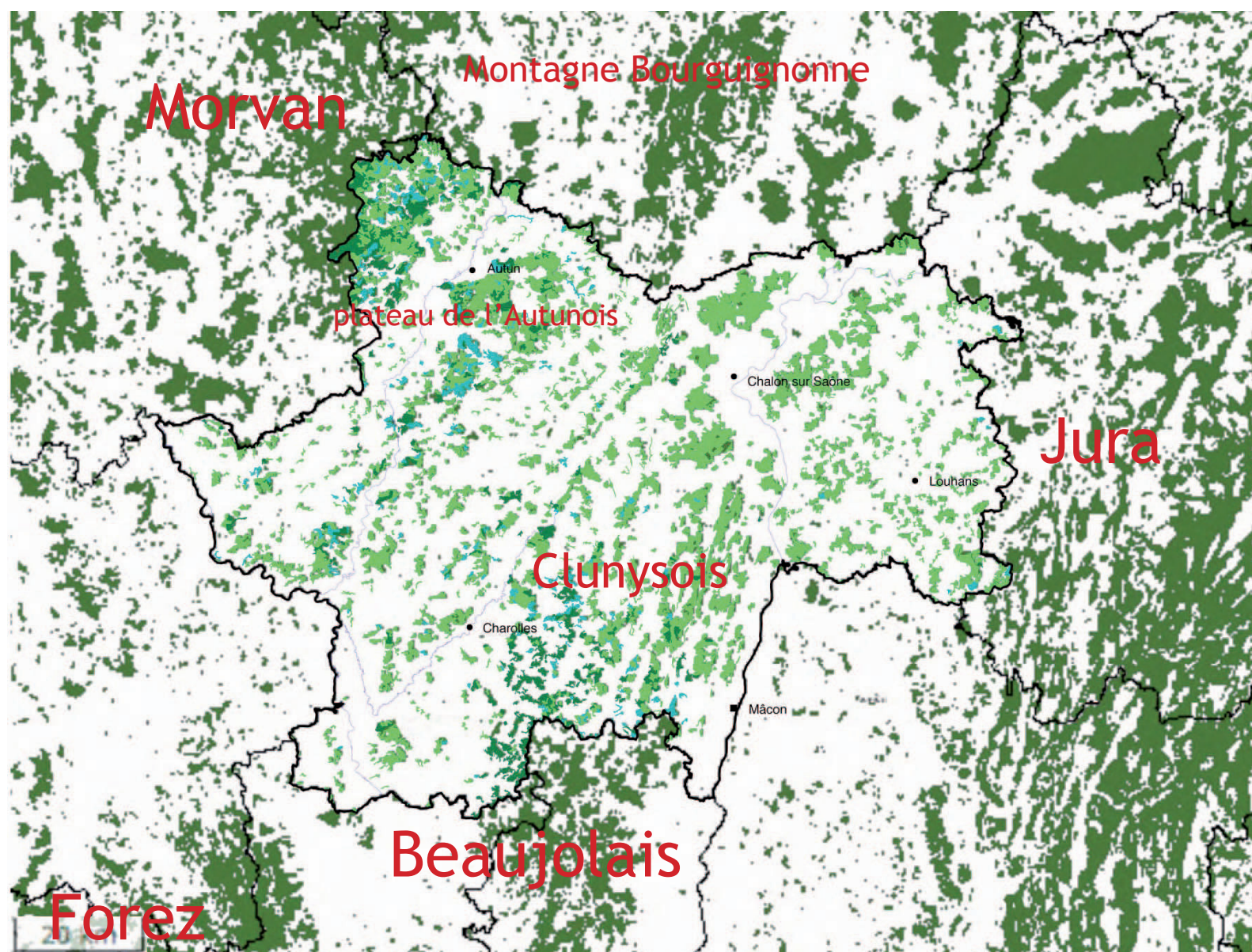
Les forêts de Saône-et-Loire recouvrent 203 100 hectares⁽¹⁾, correspondant à un taux de boisement de l'ordre de 23 %. Ce taux est inférieur à la moyenne nationale, mais le département a bien une ressource abondante et disponible à proximité, avec les massifs forestiers du Morvan, du Jura, du Beaujolais et du Forez en particulier. C'est la raison pour laquelle on ne peut pas véritablement parler d'une filière bois Saône-et-Lorienne unitaire, comme on pourrait parler de la filière bois Morvan par exemple. C'est aussi pourquoi une partie des chiffres présentés sont des chiffres régionaux.

79 %

de l'approvisionnement en bois d'œuvre des entreprises de 1^{ère} transformation provient des massifs forestiers bourguignons : Morvan pour les résineux, mais aussi Beaujolais, Clunisois, Autunois...

21 %

sont récoltés dans les régions voisines : Champagne-Ardenne, Franche-Comté, Auvergne, Centre, Rhône-Alpes⁽²⁾



2

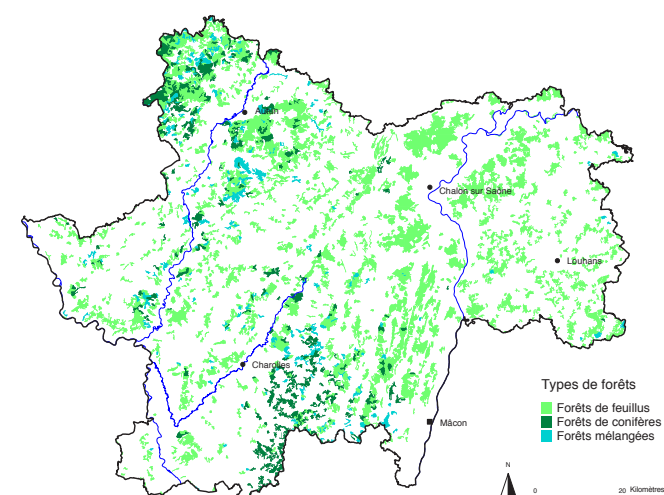
un bois local à valoriser en circuits courts

GÉOLOGIE



La Saône-et-Loire est un département géologiquement très varié ce qui permet la pousse de différentes essences.

TYPE DE FORÊT



Bien que la majorité des surfaces forestières soient des forêts de feuillus :

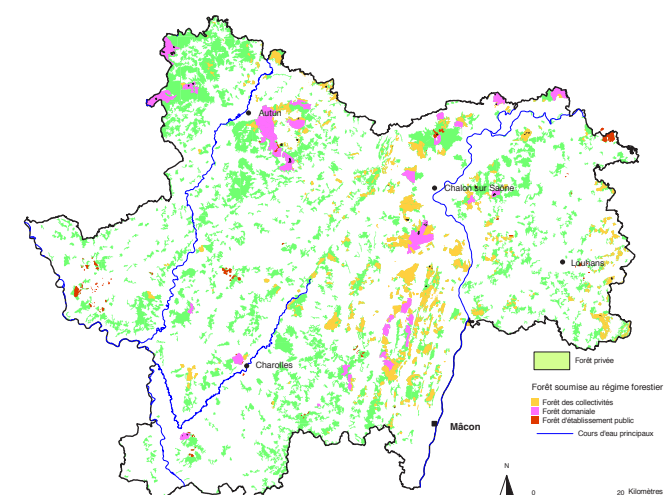
80 %

de la surface boisée, le bois d'œuvre récolté est essentiellement du bois résineux :

70 %

de la récolte⁽⁴⁾. En effet, les résineux sont aujourd'hui plus demandés pour la construction que les feuillus. De plus, ils ont une croissance plus rapide et peuvent donc être récoltés à une fréquence plus importante.

PROPRIÉTÉ FORESTIÈRE



En Saône-et-Loire,

1/3

des forêts sont publiques (domaniales et communales)

2/3

sont privées.

44 000 propriétaires⁽³⁾

L'atomisation de la propriété constitue un frein à une gestion optimale des massifs.

filière bois,

Quelles formes d'habitat *économique* et *écologique* ?

Mathilde Chamodot & Basile Cloquet recherche en cours ... avril 2010

2

un bois local à valoriser en circuits courts

Diverses essences locales à valoriser



CHÊNE

62 % de la surface boisée de Saône-et-Loire

DOUGLAS

16 % de la surface boisée de Saône-et-Loire

HÊTRE

3 % de la surface boisée de Saône-et-Loire

SAPIN et ÉPICÉA

4 % de la surface boisée de Saône-et-Loire

PEUPLIER

CHÂTAIGNER

ROBINIER

AULNE

AUTRES FEUILLUS

(12 % de la surface boisée de Saône-et-Loire)

SOUS-PRODUITS DE L'EXPLOITATION FORESTIÈRE ET DE L'INDUSTRIE

sous-produits industriels banals, écorce, sciure et copeaux, plaquette forestière

Bois d'oeuvre récolté⁽³⁾

19 % de la récolte de bois d'oeuvre Saône-et-Loire

Le **chêne** est l'essence prédominante. Il est traditionnellement exploité pour la construction (charpente, menuiserie, maisons à pans de bois...).

Actuellement dans la construction, il est principalement utilisé en parquet et menuiseries.

50 % de la récolte de bois d'oeuvre Saône-et-Loire

Le **douglas** est une essence naturellement résistante. Bourgogne et Saône-et-Loire sont bien placées dans la production de **douglas** : les régions du Morvan, du Clunisois et les contreforts du Beaujolais ont été reboisées dans les années 1960 en douglas planté massivement. Exploitable aux environs de 40 ans, il arrive à maturité aujourd'hui.

400 000 m³/an récoltés devrait atteindre plus d'un million de m³/an vers 2025⁽¹⁾

→ Ce qui signifie qu'une grande quantité de bois d'oeuvre pour la construction sera disponible. Aujourd'hui, on construit principalement en résineux.

Sachant que 1000 m³ de bois ± 10 emplois dans toute la filière, 400000 m³/an = 400 emplois/an

2 % de la récolte de bois d'oeuvre Saône-et-Loire

Le **hêtre**, très utilisé en déroulage pour fabriquer du contreplaqué par exemple, peut également être utilisé en menuiserie et en charpente. Le volume de hêtre a augmenté de 20 % entre 1990 et 2003.⁽²⁾

18 % de la récolte de bois d'oeuvre Saône-et-Loire

Le **sapin et l'épicéa**, sont les principaux résineux utilisés pour la construction. Comme le douglas, leur croissance rapide permet une production importante de bois d'oeuvre.

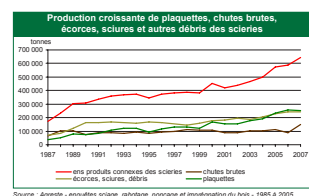
7 % de la récolte de bois d'oeuvre Saône-et-Loire

Le **peuplier** est une essence présente mais peut exploitée localement. Si les surfaces sont faibles, la productivité est au contraire très importante. La plupart de la production est exportée.⁽²⁾

Le hêtre, le peuplier, le châtaignier, le robinier, l'aulne, le noyer, le merisier, le frêne, l'érable sycomore... sont des essences qui méritent d'être valorisées dans la construction en les utilisant de manière intelligente selon leurs qualités.

(1 % de la récolte de bois d'oeuvre Saône-et-Loire)

Le **robinier** : « C'est le nouveau teck, tout le monde en recherche, mais il y a un problème de mise en valeur, pour l'instant il n'y a que des taillis. Cette essence peut se substituer à tous les meubles de jardin en ipé ou en teck, c'est un bois qui a une durabilité et une qualité technologique importante. » F Pauquai, CRPF Saône & Loire



Les volumes très importants de sous-produits de l'exploitation forestière et des scieries progressent. Ils sont exploités en grande partie mais de la ressource issue des forêts est encore disponible. La collecte est en cours d'organisation.



1 CRPF
2 Conseil Economique et Social de Bourgogne, « les industries de deuxième transformation du bois », juin 2001
3 Mémento Bourgogne 2008 Agreste/IFN
Les images de forêt proviennent du CRPF Bourgogne sauf le robinier (<http://www.fsagx.ac.be/>) et les petites images détournées (Reconnaître facilement les arbres, B. Fischesser, éd. Delachaux et Niestlé, 2008)

filière bois,

Quelles formes d'habitat *économique* et *écologique* ?

Mathilde Chamodot & Basile Cloquet recherche en cours ... avril 2010

La production de bois d'oeuvre de qualité est économiquement plus rentable que la production de petits bois ou de bois de qualité secondaire qui ont souvent du mal à être vendus.⁽¹⁾ Pour les bois peu valorisés, on pourrait imaginer les utiliser dans la construction de l'habitat, avec des systèmes constructifs ou des produits adaptés à leurs caractéristiques : noueux, de petites sections, etc.



Valoriser au mieux la ressource disponible en produits pour la construction

Bois d'oeuvre traditionnel pour la construction

(à atteindre par une sylviculture adaptée)



Bois potentiellement valorisables en bois d'oeuvre pour la construction

→ Peut être de bonne qualité et de grandes dimensions

→ La construction est un débouché important puisque 66 % de la production locale est valorisée en bois d'oeuvre.⁽¹⁾

→ Malgré l'augmentation importante de la récolte de bois d'oeuvre liée aux résineux, le niveau global de récolte ne représente que 58 % de la production en Bourgogne⁽²⁾ :

6 millions de m³ de production annuelle

3,5 millions de m³ de récolte, dont

1,5 millions de m³ bois d'oeuvre⁽²⁾

→ La ressource en bois est donc abondante et disponible et pourrait être encore plus exploitée puisque son accroissement naturel est presque deux fois plus important que la récolte. Cependant, il est nécessaire de gérer cette ressource durablement pour en assurer la pérennité et la qualité tout en conservant un équilibre naturel et paysager.

de qualité secondaire

La proportion de bois de qualité secondaire augmente dans la production totale. S'il semble que pour le douglas il reste une marge réelle pour l'augmentation de la récolte en bois d'oeuvre de qualité suffisante, en feuillu on aurait atteint la capacité maximum en Bourgogne⁽³⁾ si l'on tient compte de l'accessibilité de la ressource.

Il est nécessaire en premier lieu de faire au maximum une **sylviculture d'amélioration de la qualité** pour diminuer la quantité de bois de qualité secondaire.

Le **classement mécanique** permettra de valoriser des bois qui étaient auparavant sous-classés visuellement, et ainsi de diminuer la quantité de bois considérés de qualité secondaire (classement par Sylvatest et machine Triomatic). En Bourgogne, le FCBA a réalisé une campagne de classement mécanique du chêne. Pour le douglas, c'est en cours.

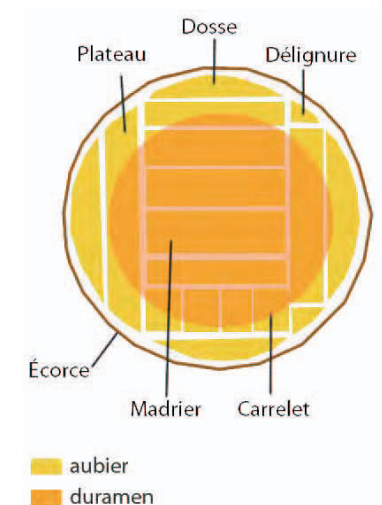
Il restera cependant une partie du bois qui sera considéré de qualité inférieure et peu valorisé.

de côté

Une fois les pièces principales découpées, il reste des produits connexes : écorce, dosses et délignures. Les planches de bordure, souvent de petite épaisseur et longueur (car le tronc est conique) et de largeur variable, produites en quantité par les scieries sont peu valorisées même si elles sont de bonne qualité.

d'éclaircie

Des volumes importants de bois de petit diamètre issus des taillis feuillus ou d'éclaircies résineuses : **687 300 m³** de bois ronds ont été récoltés en 2007 en Bourgogne⁽¹⁾. De même que les bois de côté, ces bois de petite section qui peuvent être de bonne qualité sont assez peu valorisés.



1 Centre Régional de la Propriété Forestière de Bourgogne

2 Conseil Economique et Social de Bourgogne, « les industries de deuxième transformation du bois », juin 2001

3 étude « Feuillus : quelle ressource disponible pour de nouveaux usages en Bourgogne ? » Aprovalbois, CRPF Bourgogne, FCBA, 2010

4 image redessinée d'après une illustration de La Revue Durable, article « Le bois, une alternative au pétrole et au béton » n°17, sept. Oct. 2005

filière bois, Quelles formes d'habitat économique et écologique ?

Mathilde Chamodot & Basile Cloquet recherche en cours ... avril 2010

3

des savoir-faire et des moyens de
production locaux à mettre en valeur

En Saône et Loire, on observe une diversité des entreprises de 1^{ère} et 2^{ème} transformations : elles proposent des services différents à des échelles variées.

Des entreprises locales capables de réponses variées



SCIERIE BRENOT

lieu : Le Puley
type d'entreprise : scierie artisanale
effectif : 3
activité : sciage à façon, plots, bois de charpente
approvisionnement : tous types d'essences locales



SCIERIE COLAS Frères

lieu : Bosjean
type d'entreprise : scierie intermédiaire
effectif : 15
activité : vente de bois aux particuliers, artisans et négociants
approvisionnement : chêne et sapin, rayon de 80 kms



SCIERIE GARMIER

lieu : La Chapelle sous Dun
type d'entreprise : scierie industrielle
effectif : 43
activité : production de bois de construction et d'emballage
approvisionnement : douglas local



BARLET S.A.

lieu : Saint Symphorien des Bois
type d'entreprise : unité industrielle de fabrication de lamellé-collé
effectif : 49
activité : fabrication et pose de charpentes en lamellé-collé
approvisionnement : 80% de résineux du Nord, 20% de douglas local



COVRE Charpente

lieu : Chagny
type d'entreprise : PME charpente
effectif : 10
activité : charpente, couverture, ossature bois
approvisionnement : chêne et peuplier locaux, résineux du Doubs, bois du Nord pour l'ossature



VOUILLON S.A.

lieu : Trambly
type d'entreprise : PME charpente
effectif : 20 (5 au bureau d'étude)
activité : fabrication de kits structure bois sur-mesure prêts à poser
approvisionnement : bois d'ossature et contrecollé du Nord, épicea français et allemand, douglas local



SARL Armand GONNEAUD

lieu : Saint Martin la Patrouille
type d'entreprise : PME menuiserie
effectif : 5 (dont 2 apprentis)
activité : menuiserie
approvisionnement : principalement du chêne et un peu de pin sylvestre local, du mélèze français

enquêtes avec un échantillon d'entreprises représentatives de la diversité en Saône-et-Loire

Une unité de séchage de 10 m³ utilisée occasionnellement



« Cette scie est une machine simple qui nécessite peu de mécanisation. Les cadences sont assez lentes, mais elle est polyvalente. Elle n'est pas trop chère et ne nécessite pas trop d'entretien : elle est adaptée à l'échelle artisanale. »

« Le marché existe pour une scierie de cette échelle, pour de petites choses, pas en série. »

Ce type de scierie, dont les principaux clients sont des menuisiers ou des particuliers, a des marchés différents de ceux des scieries plus industrielles. Les scieries artisanales offrent un service sur-mesure et de proximité et peuvent travailler avec les artisans locaux de la 2^{ème} transformation, ainsi que les autoconstructeurs.

6000 m³ de chêne et 4000 m³ de sapin sciés chaque année. Avec le chêne sont produits des plots pour les menuisiers, du bois de charpente, des traverses de chemin de fer, des pièces « de jardinage »... avec le sapin : surtout de la charpente et un peu de plots.

3 unités, de séchage : 1 de 50 m³ et 2 de 25 m³



« Aujourd'hui de grosses charpentes, on en fait beaucoup moins, parce que les gens qui construisent ont un budget de 100 000 à 150 000 euros. Ils doivent entrer dans ce budget et il faut déjà acheter le terrain, alors ils choisissent plutôt la fermette. »

Cette scierie de dimension intermédiaire a une capacité de production un peu plus importante, mais aussi une organisation qui reste souple et lui permet de s'adapter et de travailler sur mesure.



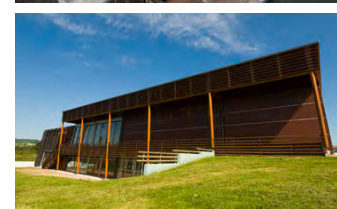
200 m³ de bois scié par jour, 40 % de la production est exportée en Europe, séchage : 1 unité



« Dans leur cahier des charges, les architectes demandent quelquefois du Douglas classe 3, cœur de douglas rouge, purgé d'aubier, même pour un usage intérieur. Alors que l'aubier est lui aussi excellent et produit des sciages sans nœud (bois élagués). Nous avons une magnifique source d'approvisionnement régionale, sachons en profiter. » rappel : classe 3 : bois mis en œuvre au contact des intempéries. Le Douglas, purgé d'aubier, est naturellement durable.

Même si les scieries industrielles conservent une ligne de débits sur liste (sur mesure), leur activité principale reste la production en quantité importante de produits standard. Il s'agit d'un marché différent de celui des scieries artisanales et donc complémentaire.

10 000 m³/an de bois brut transformé, 6000 à 7000 m³ de lamellé-collé produit



Cette entreprise familiale qui s'est développée avec l'industrie du lamellé-collé travaille sur commande. Toutes ses charpentes sont produites sur-mesure depuis le bureau d'étude jusqu'à la pose. Elle fabrique aussi du BMR (bois massif reconstitué) et réalise occasionnellement des travaux de panneaux ossature bois. Ses marchés sont à l'échelle nationale voir européenne.



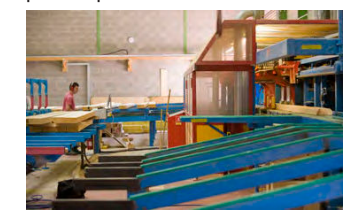
« On n'a pas les mêmes soucis qu'un industriel. Cela permet de faire des choses différentes. (...) Nous ne voulons pas nous spécialiser, il faut toujours s'adapter. »



Artisan charpentier, ce compagnon avec sa petite entreprise est représentatif d'un grand nombre d'entreprises de Saône et Loire. Tout en conservant une activité de charpente traditionnelle, il a élargi son travail à la maison ossature bois, dont la demande est en essor. Ce type de construction ne demandant pas un équipement particulier, il est accessible pour un atelier de charpente classique.

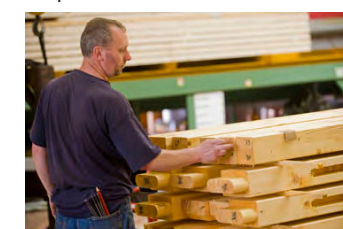
Ce charpentier fait partie d'un groupement de 4 entreprises de charpente qui propose de la maison ossature bois : « Les quatre, nous nous sommes groupés parce que nous étions en concurrence. (...) On n'était pas organisés, on travaillait tous un peu dans notre coin... Et puis ça a bien changé. »

Fabrication de charpentes traditionnelles en bois massif, de maisons à ossature bois, et de chalet poteau-poutre.



En 2008, 6000 m³ de bois découpés, 20 000 m² de panneaux à ossature bois réalisés.

Le système de production est entièrement informatisé et automatisé. Une grande partie de l'effectif travaille au bureau d'étude pour envoyer directement les instructions à l'atelier. L'atelier comprend une machine de taille numérique pour découper les assemblages des éléments et une machine à panneaux pour assembler les panneaux ossature bois.



Ces structures sont ensuite montées et finies par d'autres entreprises ou par des autoconstructeurs.



Cette entreprise de menuiserie est elle aussi représentative d'un grand nombre d'entreprises de Saône et Loire. Elle fabrique et pose des menuiseries extérieures et des éléments d'aménagement intérieur. Elle diversifie actuellement son activité en s'intéressant elle aussi à la maison ossature bois.



Une partie des menuiseries, comme cette SARL, fabriquent et posent leurs produits. D'autres achètent des produits tous faits et les posent.

La tendance commence à être de s'orienter vers la maison basse consommation, mais très peu de menuisiers pour l'instant sont habilités à fabriquer des fenêtres triple vitrage.

filière bois,

Quelles formes d'habitat *économique* et *écologique* ?

Mathilde Chamodot & Basile Cloquet // recherche en cours ... avril 2010

3

des savoir-faire et des moyens de production locaux à mettre en valeur

Toutes les étapes de la filière et toutes les dimensions d'entreprises sont représentées en Saône-et-Loire. Les services proposés par les artisans et les industriels se complètent.

Des entreprises locales qui proposent une offre complète pour la construction bois

particuliers

artisans, PME, groupements d'entreprises

entreprises industrielles

segments de la filière segments de la filière segments de la filière

1^{ère} transformation55 entreprises en Saône-et-Loire⁽¹⁾2^{ème} transformation700 entreprises en Saône-et-Loire, secteur principal employeur de la filière⁽²⁾

maîtrise d'oeuvre

autoconstructeurs

Le bois, matériau plus facile à travailler par des amateurs que le béton ou l'acier, semble tout indiqué pour l'*autoconstruction* ou l'*autofinition assistées*.

→ Cette tendance est en progression face à la proportion du *coût du logement* dans le budget : 11 % de ceux qui choisissent de construire leur logement en bois le font dans l'idée de l'autoconstruire⁽³⁾.

→ L'entreprise Vouillon par exemple, qui fabrique des kits structure bois sur-mesure prêts à poser, en vend une partie à des autoconstructeurs. D'autres charpentiers font le gros oeuvre de maisons qui sont ensuite autofinies par les futurs habitants.

petites scieries

En Saône-et-Loire, on remarque une *majorité de petites scieries*. Ces entreprises scient principalement des feuillus : 72 % des sciages.⁽⁴⁾

Réparties sur tout le territoire dans les zones rurales, elles ont principalement une activité de débit sur liste et de *sciage à façon*.

Ces dernières années la Saône-et-Loire observe une concentration du secteur du sciage qui a entraîné la fermeture de nombreuses petites scieries.

De plus en plus de scieries mobiles se créent, pouvant intervenir sur un périmètre autour de leur lieu de base sur les lieux de l'exploitation forestière.

charpentiers & menuisiers

La majorité des entreprises de charpente ou menuiserie sont des entreprises de moins de 20 salariés dont les marchés sont principalement régionaux. Plus industrialisé que les secteurs de l'amont, le secteur de la 2^{ème} transformation reste majoritairement *artisanal*. Ces petites entreprises sont *souples* et peuvent *s'adapter* facilement à des constructions diversifiées.

→ Des charpentiers qui *diversifient leur activité* pour proposer de l'habitat ossature bois : entreprises de charpente artisanales (Gauthier Cargo, Saône Seille Charpente...) ou semi-industrielles (Sacet, Charpentiers de Bourgogne).

→ Des entreprises qui commencent à *coopérer* pour répondre à des appels d'offre plus importants. C'est une manière pour les petites entreprises de *mutualiser* des investissements et des services, d'élargir leur offre de produits, d'améliorer la qualité et l'efficacité de la prestation avec l'habitude de travailler ensemble. Exemple de groupement d'entreprises : Maison Bois Conception regroupe 4 charpentiers de Saône-et-Loire : Covre, Pernin, Huck et Gauthier.

→ Des entreprises qui s'équipent en *machines plus performantes* comme des tables de montage de panneaux ossature bois ou des machines à commandes numériques pour la taille automatisée des charpentes (SA Vouillon). Cela permet une production plus automatisée mais pas standardisée.

architectes

association AIB : architectes et ingénieurs spécialisés dans le bois, une association à valoriser

ingénieurs

Un manque de bureaux d'études spécialistes du bois

scieries industrielles

→ La capacité de production a augmenté ces dernières années avec l'apparition d'*unités industrielles* pour absorber la production croissante de *Douglas* dont les sciages ont dépassé les 342 000 m³ en 2007⁽⁵⁾.

28 établissements de capacité *supérieure à 4000 m³/an* totalisent plus de 80 % de la production régionale⁽⁵⁾. Ces établissements sont des scieries locales qui se sont développées ou des industriels européens importants qui se sont implantés en Bourgogne.

90 % des sciages de *résineux* en Bourgogne sont réalisés sur trois unités : la scierie Bois et Sciages de Sougy, la scierie Vuillet et la scierie Garmier.

La Saône-et-Loire reste un département important pour la transformation du bois de chêne. Les trois scieries de feuillus les plus importantes sont la scierie Ducerf, les Scieries Réunies du Chalonais et la scierie Margaritelli.

industries de tranchage-déroulage

2 entreprises de tranchage déroulage en Saône et Loire : SARL La Boisserolle, SARL Sciages et Placages du Centre.

industries du panneau

3 usines de fabrication de panneaux en Saône-et-Loire : SA Isoroy Le Creusot (Médium), SARL La Boisserolle, les bois profilés.

entreprises de lamellé-collé

Deux *unités* de production industrielle de lamellé-collé reconnues mondialement (entreprises Fargeot et Barlet) sur le territoire de Saône et Loire. La scierie Bois et Sciages de Sougy (58) propose également des produits standards en bois massif reconstitué.

constructeurs

De grands groupes de construction comme POBI du groupe Jacob dans la Nièvre (58) ou Ossabois dans la Loire (42) proposent des maisons ossature bois complètes, industrialisées, sur catalogue ou sur mesure, clef en main ou en kit. Ce type de structure n'utilise *pas de bois local* et ne crée *pas d'emploi local*. Il serait donc intéressant que les entreprises locales s'organisent pour avoir la capacité de répondre aux appels d'offres importants.

promoteurs

1 CRPF
2 Wood Surfer n° 30, 2005
3 Agreste Bourgogne
5 DRIRE Bourgogne

filière bois,

Quelles formes d'habitat économique et écologique ?

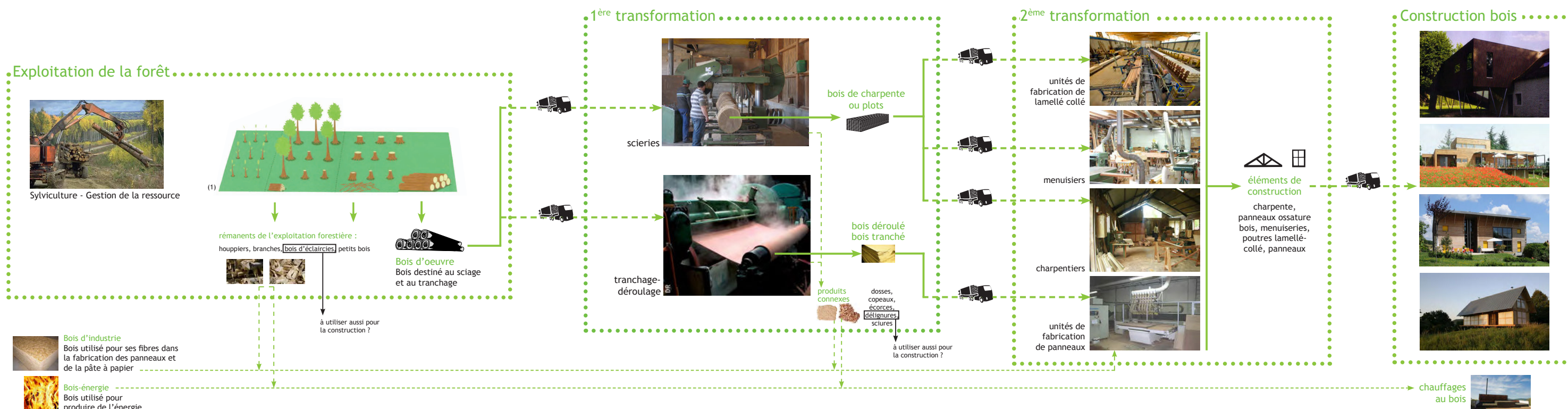
Mathilde Chamodot & Basile Cloquet recherche en cours ... avril 2010

La filière bois est un employeur important en particulier en zones rurales où se situent les massifs forestiers. Le maintien d'une activité en zone rurale est un enjeu important pour la Saône-et-Loire. Attirer des jeunes pour travailler et vivre dans ces territoires permettrait de les redynamiser. Favoriser la construction d'habitat avec du bois local en faisant appel à des entreprises locales amènerait à développer ces activités puisque la construction est le 1^{er} débouché de la filière bois. Cela peut aussi contribuer à donner aux métiers du bois une image plus attractive.

3

des savoir-faire et des moyens de production locaux à mettre en valeur

Favoriser un habitat avec du bois pour soutenir l'activité en zone rurale



Établissements de la filière bois en Bourgogne

1115 ont une activité en rapport avec le bâtiment

83 spécialisés dans la fabrication de charpentes et de menuiseries

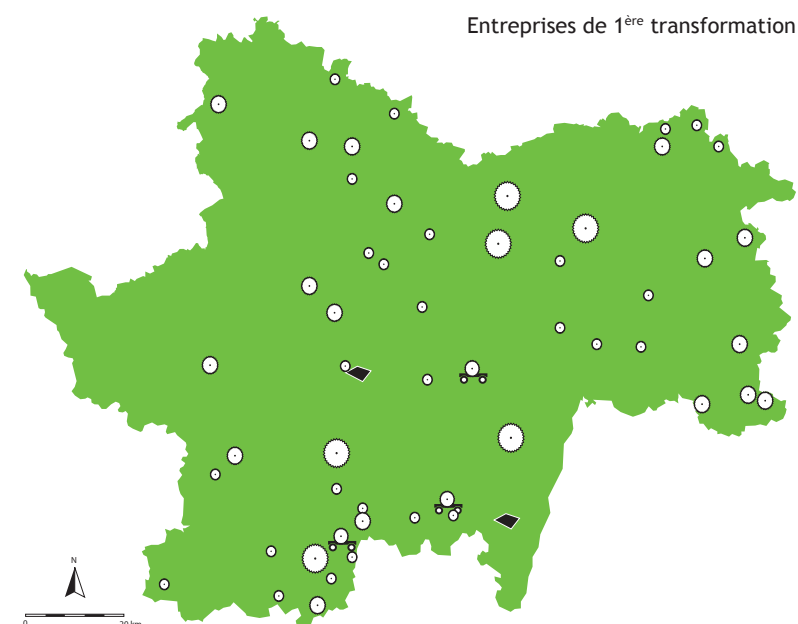
124 dans les travaux de charpente

908 dans la menuiserie

18 000 emplois en Bourgogne ⁽³⁾

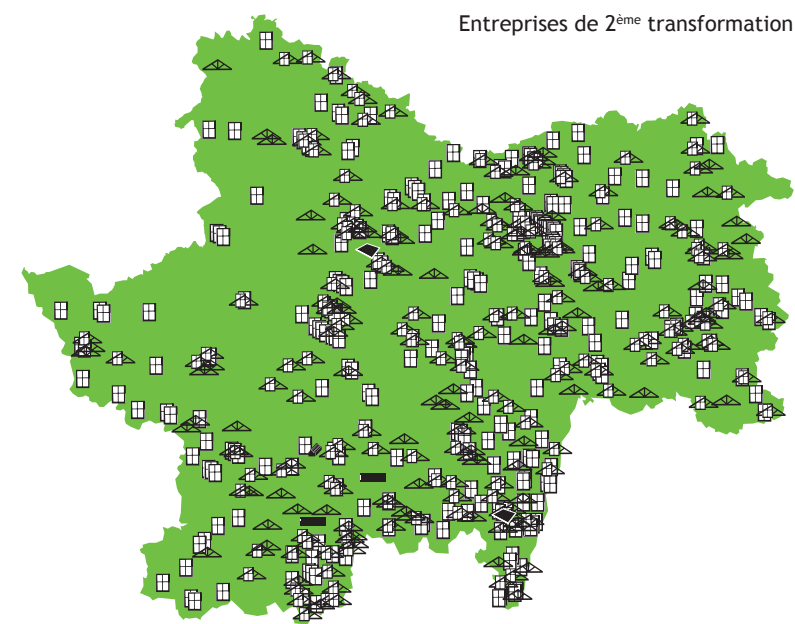
4300 emplois en Saône-et-Loire ⁽⁴⁾

Répartition des établissements de la filière bois sur le territoire de Saône-et-Loire



Si une partie des petites scieries a fermé ces dernières années, celles qui restent ont un marché de niche qui ne les met pas en concurrence avec les scieries industrielles. Industrielles ou artisanales, les scieries participent à maintenir une activité dans les zones rurales, puisqu'elles se situent à proximité des massifs forestiers.

scierie de moins de 6 employés
scierie de 6 à 20 employés
scierie de plus de 40 employés
scierie mobile
placage, déroulage, tranchage



Les entreprises de 2^{ème} transformation sont en très grand nombre et se répartissent sur tout le territoire. Ce sont principalement des PME de moins de 20 salariés qui, de même que les scieries, maintiennent une activité même dans les zones rurales.

1 Observ'ER 2008, illustration : Claire Laffargue (issu de la revue durable n°17)
2 Conseil Economique et Social de Bourgogne, « les industries de deuxième transformation du bois », juin 2001
3 étude « Emplois dans la filière bois en Bourgogne », AFOCEL 2006

5 CCI Saône-et-Loire
6 annuaire forestier CRPF de Bourgogne (www.foret-de-bourgogne.com)
7 Tectoniques Architectes
8 Arts et Métiers Paris Tech Cluny

filère bois,

Quelles formes d'habitat économique et écologique ?

Mathilde Chamodot & Basile Cloquet recherche en cours ... avril 2010

Exemples de filières bois organisées

Le Vorarlberg : la filière bois, un moteur économique et social

Le land autrichien du Vorarlberg est un exemple de mise en pratique d'un développement écoresponsable à l'échelle d'un territoire. La filière bois artisanale et industrielle très performante profite à toute la région. Elle participe à son essor économique, non seulement par la valorisation du bois local pour la construction, mais aussi avec un soutien de l'emploi, surtout dans les zones rurales.

Un pragmatisme qui évite le gaspillage

La coopération entre maîtres d'ouvrages, architectes, ingénieurs et artisans du bois amène à une intelligence collective qui permet d'éviter le gaspillage de temps, d'argent, de matières premières, de ressources humaines. Tous les acteurs sont impliqués dès le début des projets et mènent une réflexion globale, en réseau.

La recherche d'un équilibre entre tradition et modernité

Le Vorarlberg, a réussi à conserver une identité régionale entre tradition et innovation. «le maintien de la tradition exige la transmission de la flamme, pas la conservation des cendres» (Otto Kapfinger) Issue de la tradition locale de la charpenterie, son architecture résolument contemporaine de grande qualité a acquis une forte renommée. Les architectes comme les artisans du bois ont à cœur de s'impliquer pour la qualité et d'investir dans l'innovation.

Des relations humaines basées sur la confiance

Cette émulation constructive n'est possible qu'avec une transmission des savoirs pour les professionnels, et si les maîtres d'ouvrage sont sensibilisés aux questions d'environnement et d'architecture. Pour cela, le cluster Holzbau-Kunst a une triple stratégie :

- valorisation des constructions (Holzbau-Preis)
- amélioration des compétences par un programme de formation initiale et continue (Holzbau-Zukunft)
- travail de lobbying et communication soignée

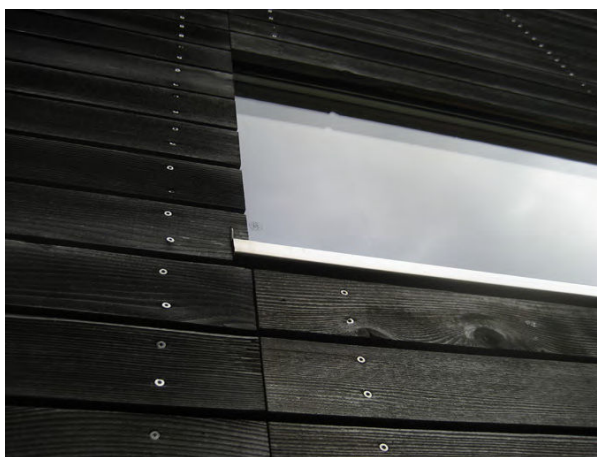
L'architecture contemporaine, grâce à ce travail de communication, est bien acceptée par la population et se mêle à l'architecture traditionnelle. Les maîtres d'ouvrage volontaires et avertis ont le réflexe de faire appel aux professionnels locaux, le «sur-mesure fait main» ne coûtant pas plus cher que le «prêt à monter».

Une généralisation du retour d'expérience

Les professionnels du Vorarlberg avancent pas à pas en profitant à chaque étape du retour d'expérience et en en faisant profiter l'ensemble de la profession. Ceci permet de tirer peu à peu l'ensemble de la filière vers le haut, en responsabilisant chacun à son échelle d'intervention.



(1)



(2)



(3)

4

Vers des pistes pour l'utilisation du bois dans l'habitat qui valorisent ressources et entreprises locales



A la différence de la filière bois de Chartreuse, la filière bois en Saône-et-Loire regroupe des entreprises d'échelles très diverses, ce qui est un défi de plus pour sa structuration. Cependant la mutualisation d'équipements et de services pour les petites entreprises est un élément important qui pourrait être retransposé en Saône-et-Loire. L'exemple du Vorarlberg montre qu'il est important de travailler en collaboration et de capitaliser l'expérience acquise par chacun pour faire progresser l'ensemble des professions.

La filière bois de Chartreuse, une organisation des acteurs de l'amont jusqu'à l'aval

La Chartreuse, un territoire très boisé avec une culture ancienne de la construction bois

Le taux de boisement en Chartreuse est de 60 %. 80% de ce boisement est de la forêt de production en futaies jardinées : 60% de sapin pectiné et 40% d'épicéa commun. Une tradition et un savoir-faire de la transformation et de la construction bois y existent depuis plusieurs siècles. Les bois de Chartreuse ont la réputation d'être des bois de grande longueur et de bonne qualité mécanique.

La Structuration de la filière - CIBC

Le Comité Interprofessionnel du Bois de Chartreuse est créé en 2005, sous l'impulsion du Parc Naturel Régional de Chartreuse. Trois collèges représentent les acteurs de la filière :

- Les propriétaires forestiers, sylviculteurs et exploitants forestiers
 - Les entreprises de transformation (scieurs, charpentiers et menuisiers)
 - Les prescripteurs (architectes et bureaux d'études)
- Aujourd'hui, cette organisation rassemble 400 membres, 15 scieries sur le massif.

Des actions concrètes pour répondre à l'objectif de filière courte

L'objectif du CIBC est de réussir à fonctionner sur une logique de circuits courts de l'amont jusqu'à l'aval, en développant la filière bois, en structurant les acteurs afin qu'ils aient une vision d'ensemble de la filière, et en valorisant les bois de Chartreuse. Les actions principales ont été la création d'un centre de séchage et d'un stock de bois local d'ossature collectif qui permettent une offre de bois sec en 6 sections standards, entre 150 et 200 m³ en stock, disponibilité immédiate et livrable sous 72 heures maxi. Le CIBC a également des actions de promotion, comme le montage d'un dossier de label AOC pour les bois de Chartreuse, l'intervention dans des salons, auprès d'écoles, la formation professionnelle autour de tous les métiers de la filière bois...

« Le côté novateur du CIBC est d'apprendre à travailler tous ensemble. Les mentalités évoluent. Les petites scieries vont devoir s'associer sur des outils communs comme les séchoirs. L'interprofession bois de Chartreuse a lancé une étude collective sur les scieries du territoire. Elle va permettre de trouver ensemble des «pistes de progrès» optimisant l'organisation, réduisant les pertes de temps et améliorant la rentabilité de notre outil. »

Interview de Jean-Luc Rey, scieur à Saint Pierre d'Entremont en Chartreuse et vice-président du CIBC (4)



« Face à la désorganisation de la filière bois française, il est intéressant de redémarrer à l'échelle d'un territoire où les hommes se font confiance. Ils pourront plus facilement fonctionner en réseaux et mettre en commun leurs connaissances. La démarche peut être étendue par la suite. Le plus important est bien d'avoir des outils solides pour construire l'avenir, même s'ils se situent sur une plus petite échelle. »

Interview de Bruno Marielle, architecte et ancien président du CIBC (4)

filière bois,

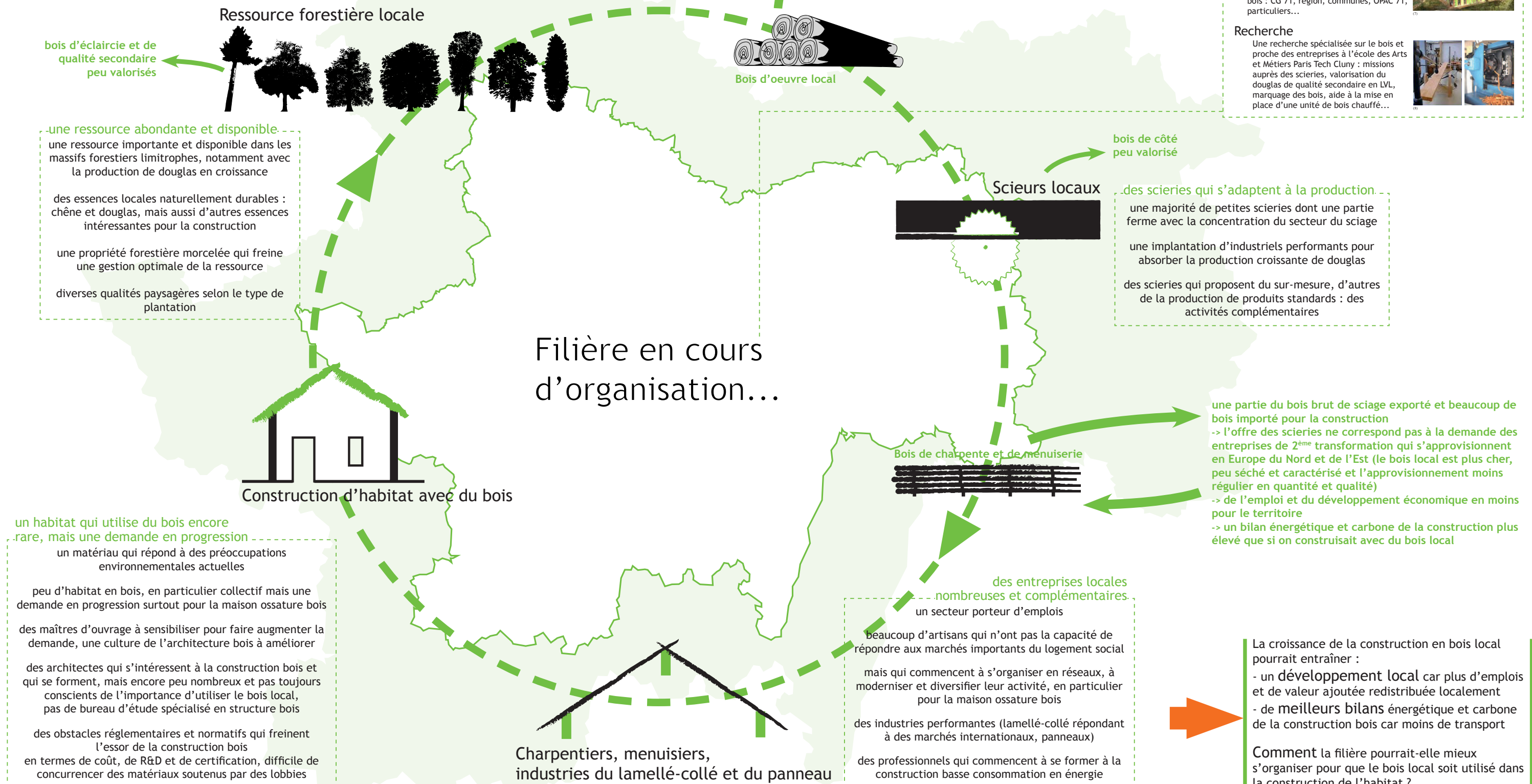
Quelles formes d'habitat économique et écologique ?

Mathilde Chamodot & Basile Cloquet recherche en cours ... avril 2010

4

Vers des pistes pour l'utilisation du bois dans l'habitat qui valorisent ressources et entreprises locales

Une filière qui se met en place



des opportunités pour la filière

Politique

Un soutien politique à la filière, de l'Etat avec le plan bois-construction environnement, les rapports Puech et obstacles bois construction, de la région avec Aprovalbois, les appels à projets, le contrat de progrès, et du département avec la GEFB, le club d'entreprises...



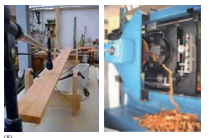
Maîtrise d'ouvrage

Des maîtres d'ouvrage qui favorisent le bois : CG 71, région, communes, OPAC 71, particuliers...



Recherche

Une recherche spécialisée sur le bois et proche des entreprises à l'école des Arts et Métiers Paris Tech Cluny : missions auprès des scieries, valorisation du douglas de qualité secondaire en LVL, marquage des bois, aide à la mise en place d'une unité de bois chauffé...



La croissance de la construction en bois local pourrait entraîner :

- un développement local car plus d'emplois et de valeur ajoutée redistribuée localement
- de meilleurs bilans énergétique et carbone de la construction bois car moins de transport

Comment la filière pourrait-elle mieux s'organiser pour que le bois local soit utilisé dans la construction de l'habitat ?

filière bois,

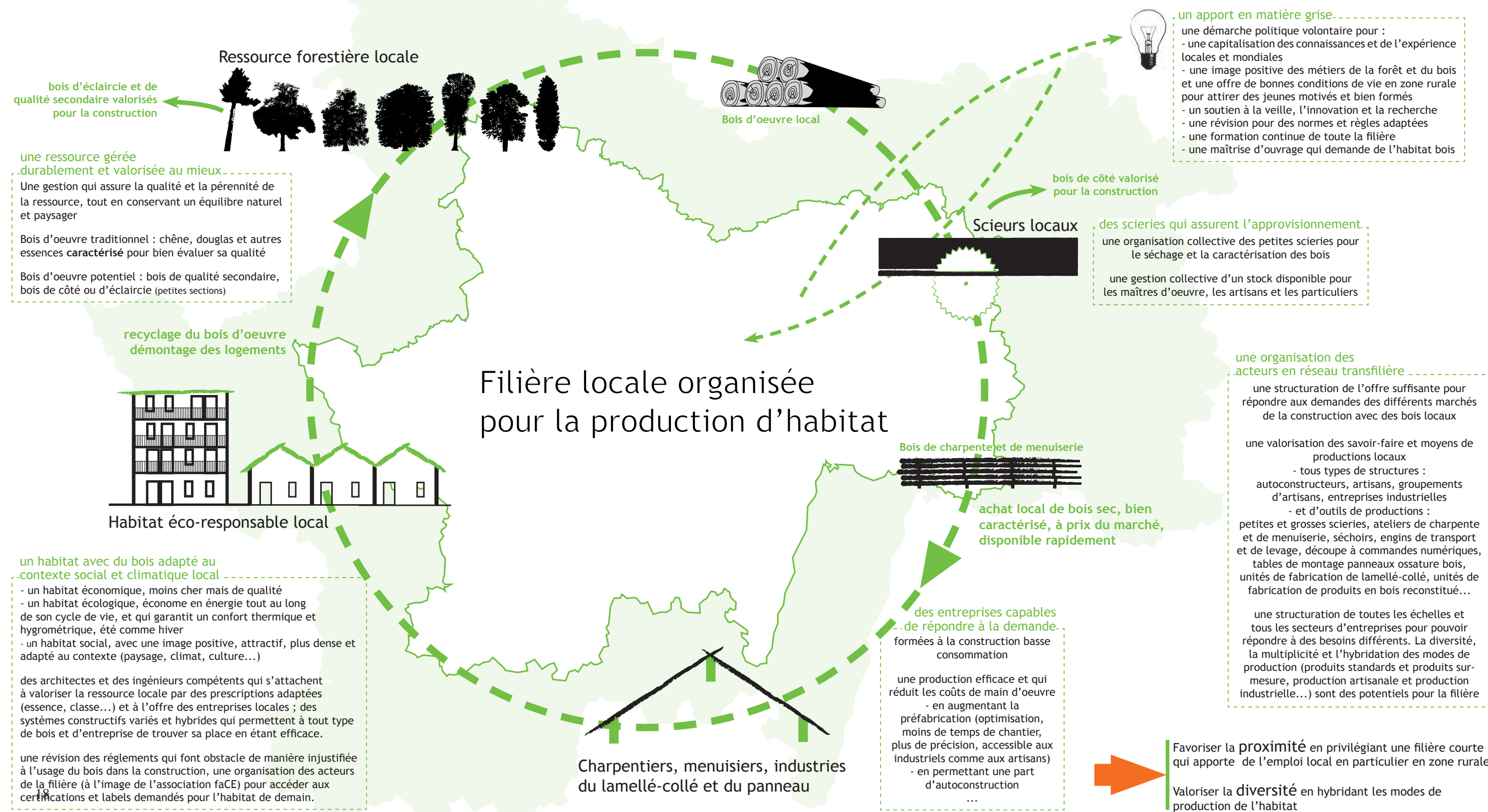
Quelles formes d'habitat *économique* et *écologique* ?

Mathilde Chamodot & Basile Cloquet // recherche en cours ... avril 2010

4

Vers des pistes pour l'utilisation du bois dans l'habitat qui valorisent ressources et entreprises locales

Vers quelle organisation de la filière pour du bois local dans l'habitat en Saône et Loire ?



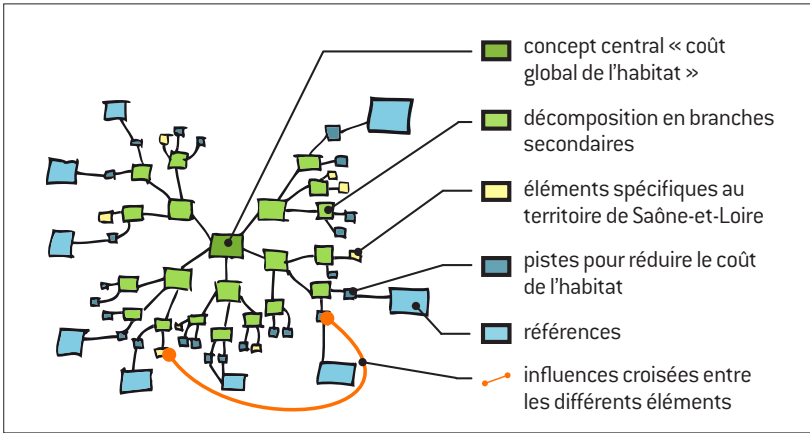
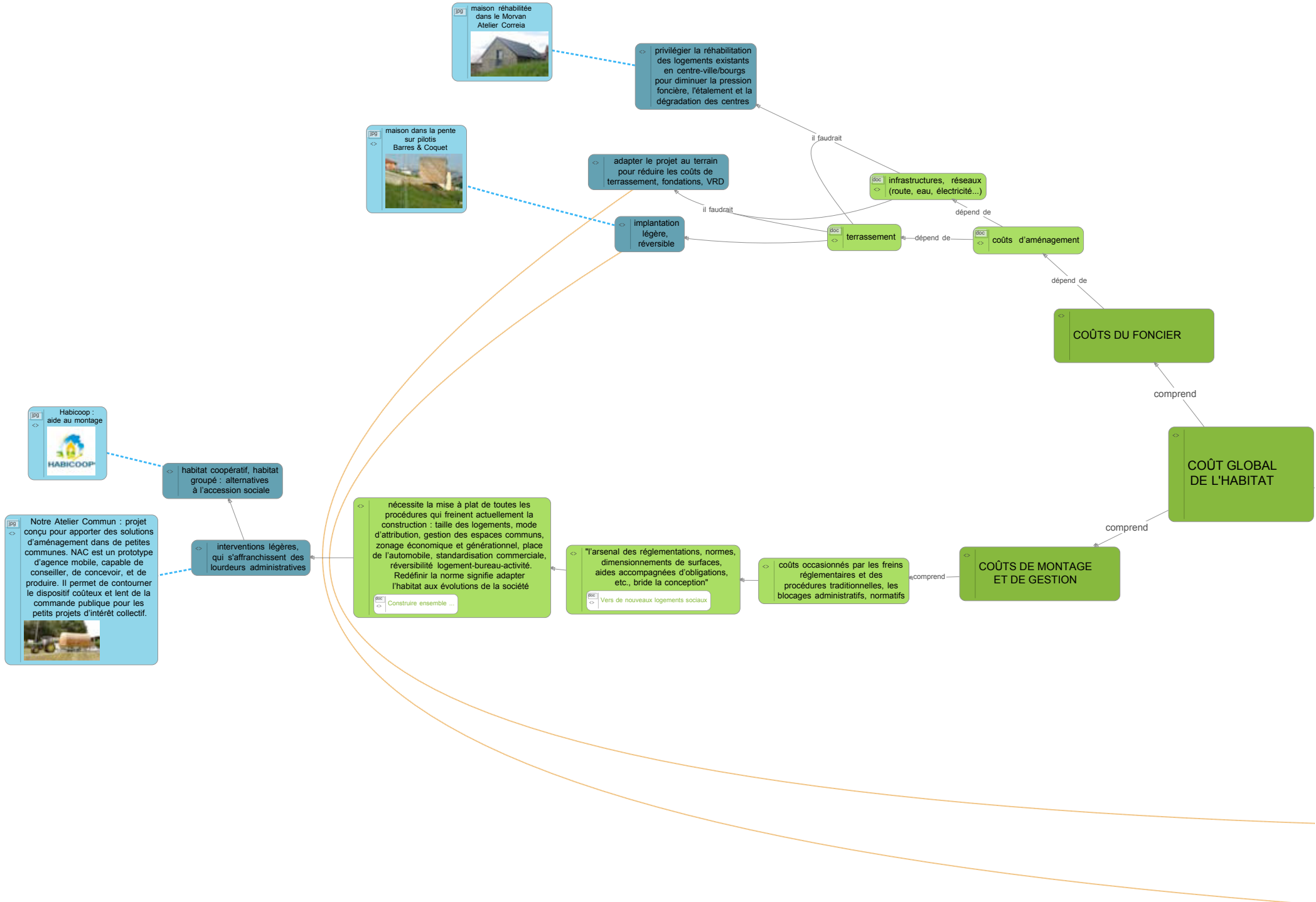
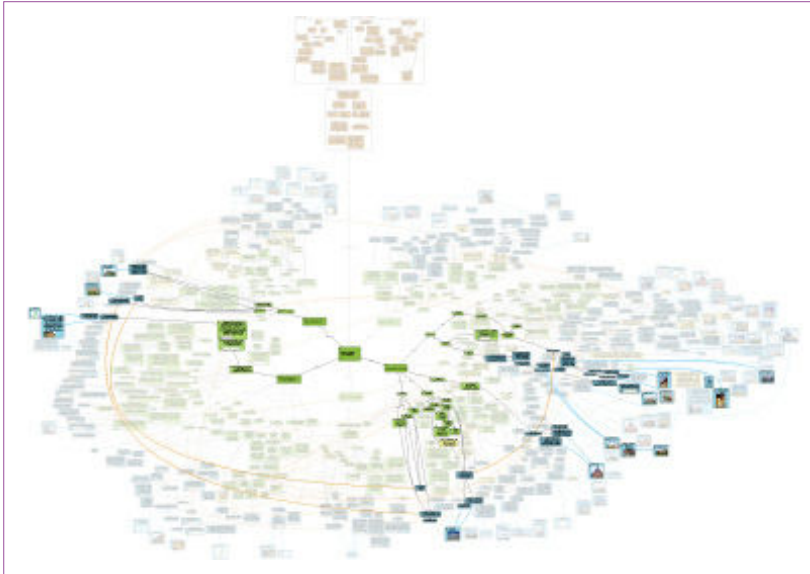
vers des **pistes** pour des utilisations du bois dans
l'habitat qui valorisent **ressources et entreprises locales**



Chemin « simplicité »

Carte conceptuelle « habitat financièrement accessible »

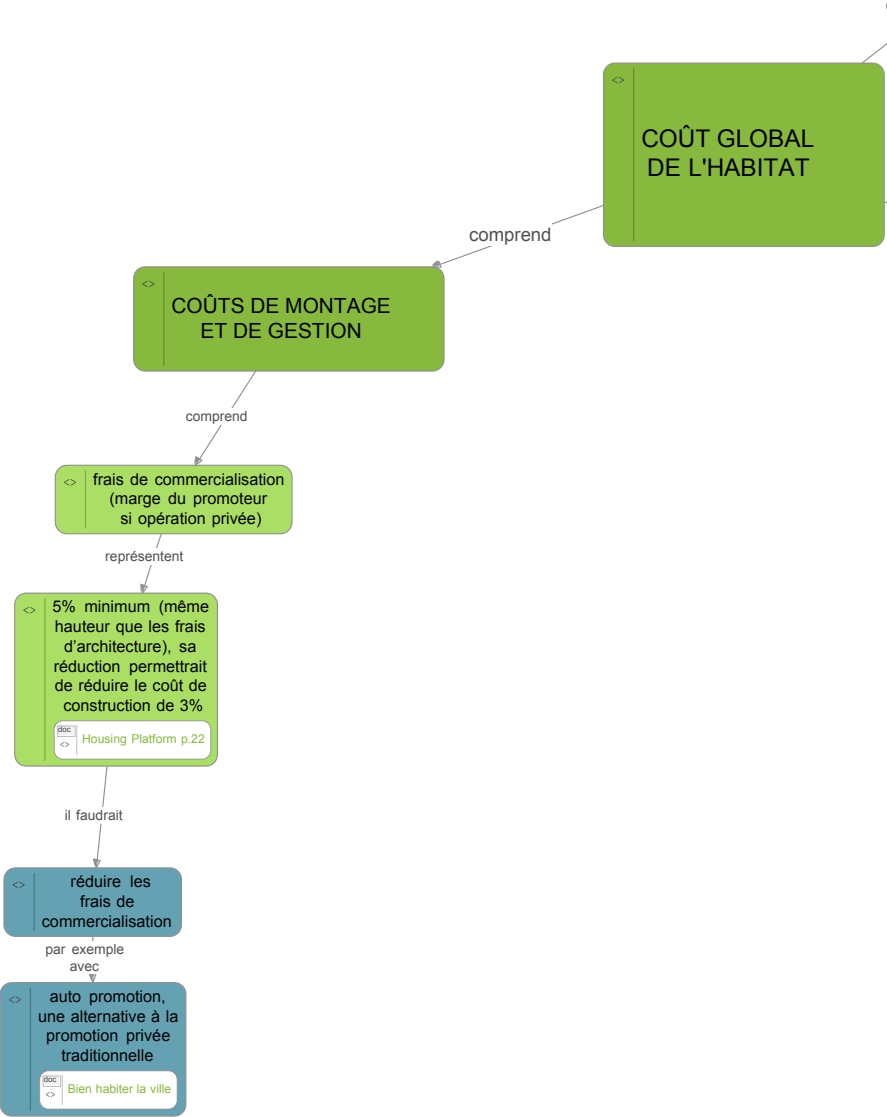
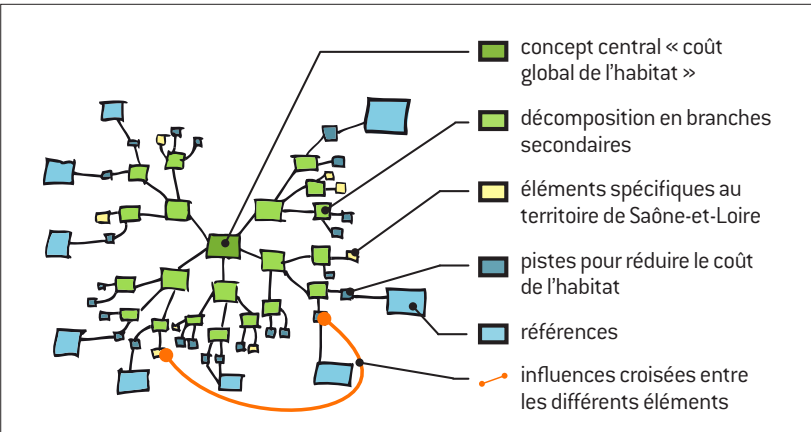
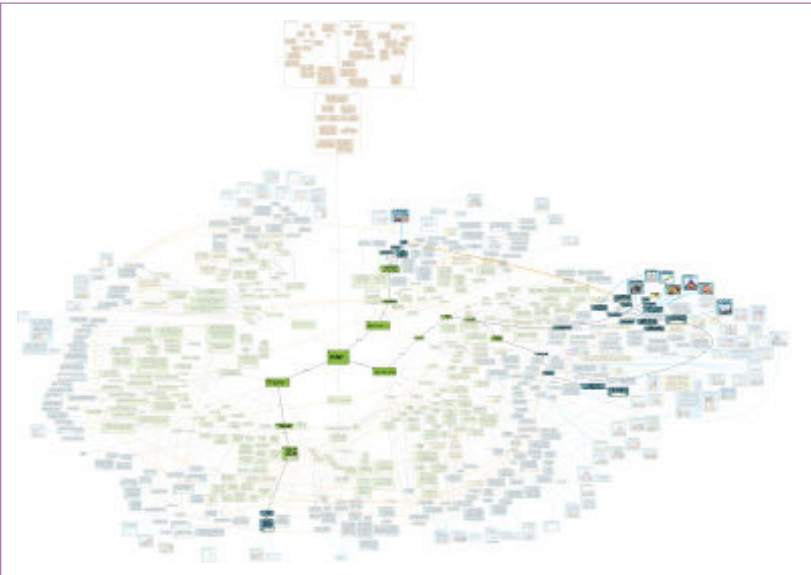
Mathilde Chamodot, Basile Cloquet, 2012

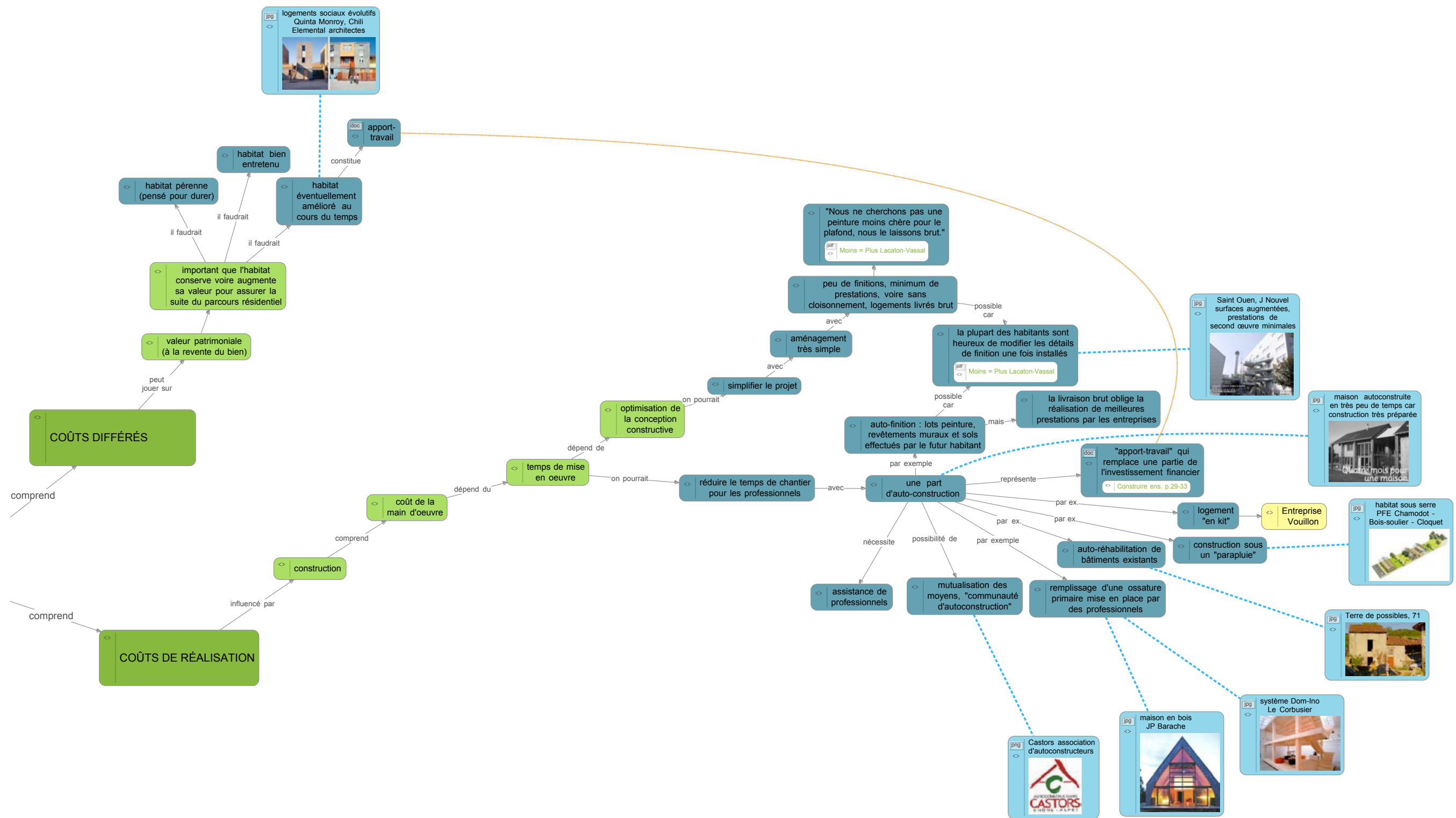


Chemin « apport-travail »

Carte conceptuelle « habitat financièrement accessible »

Mathilde Chamodot, Basile Cloquet, 2012

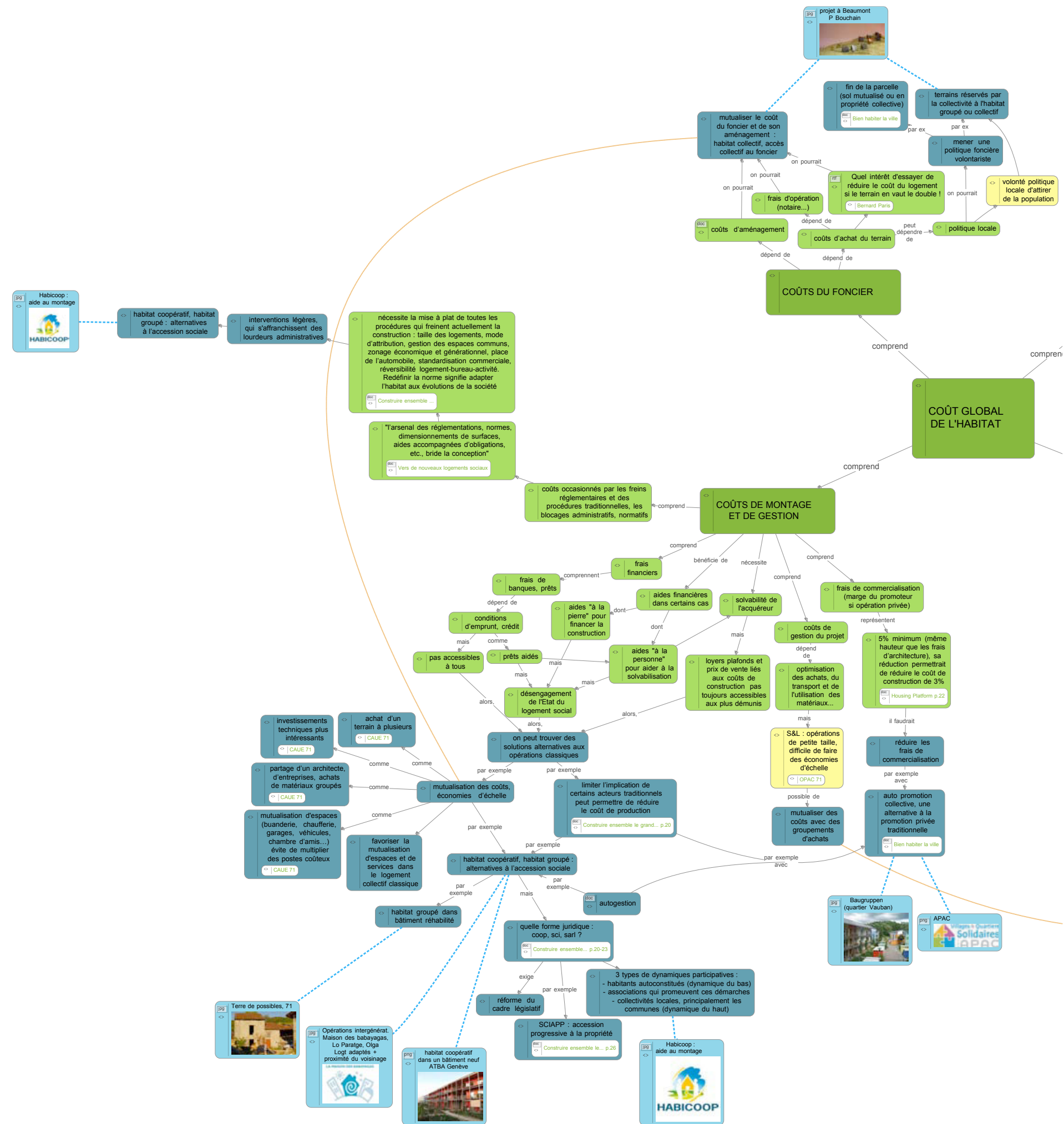
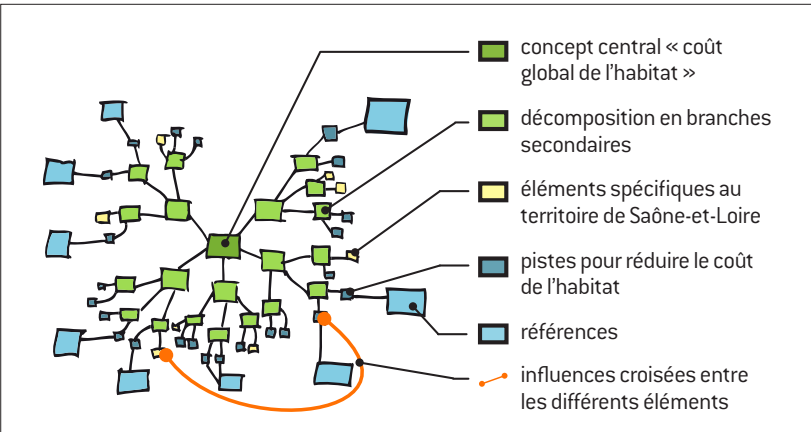
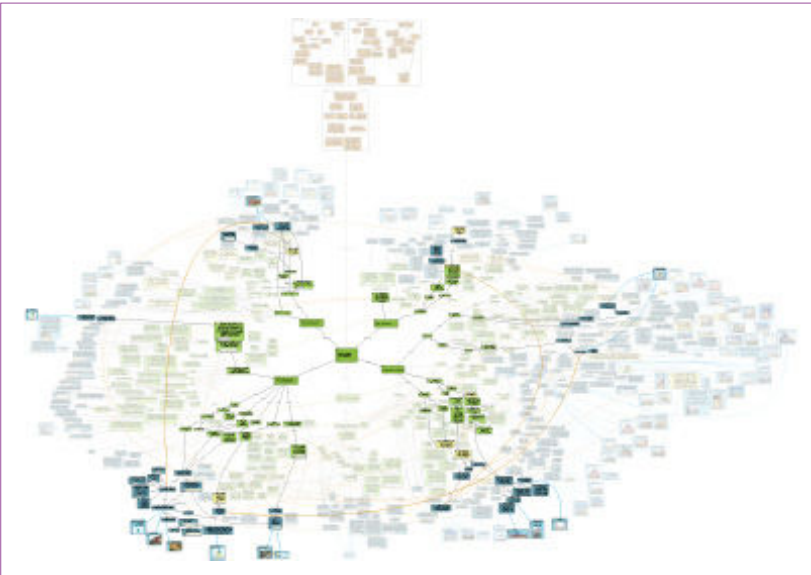


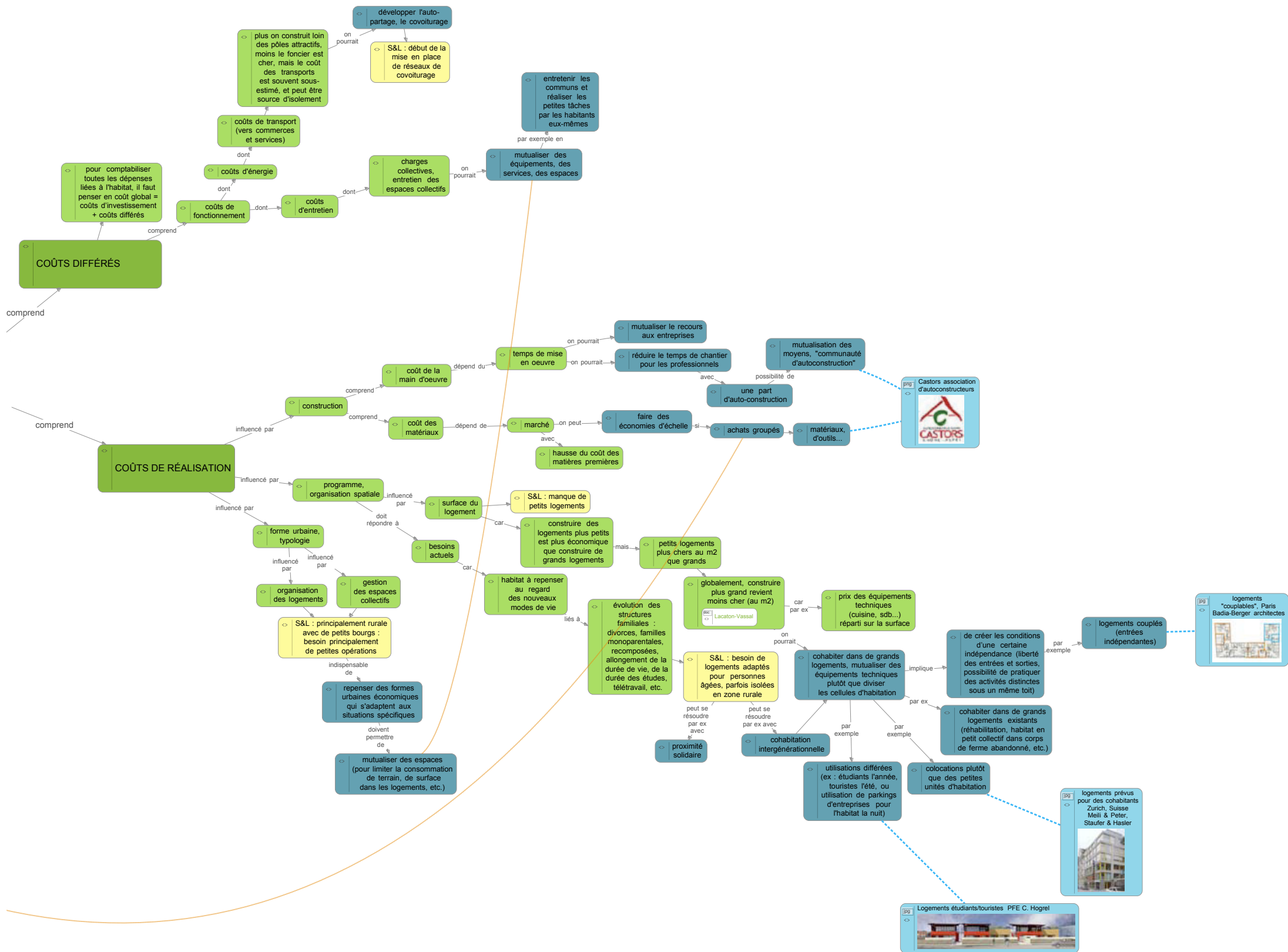


Chemin « mutualisation »

Carte conceptuelle « habitat financièrement accessible »

Mathilde Chamodot, Basile Cloquet, 2012

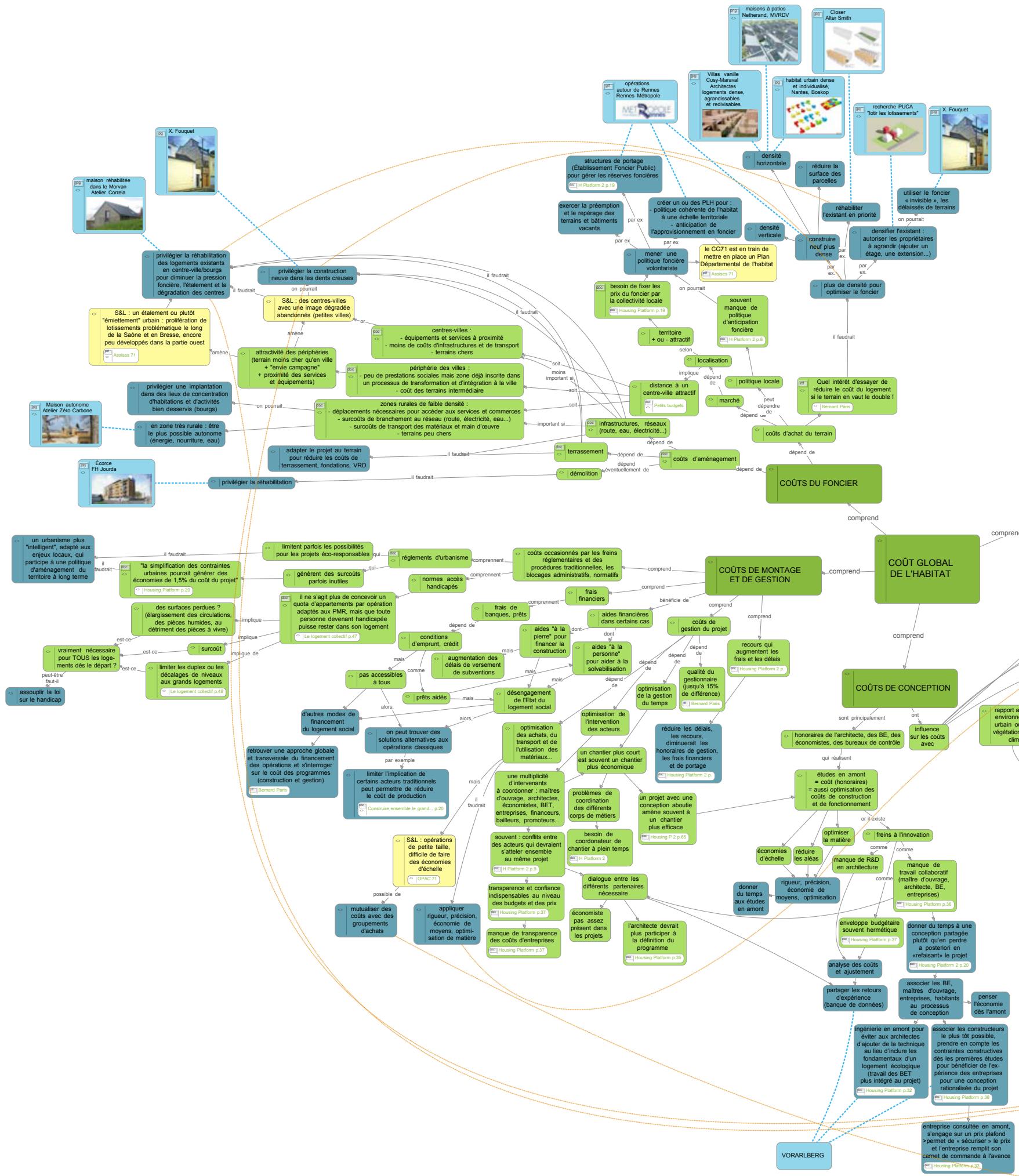
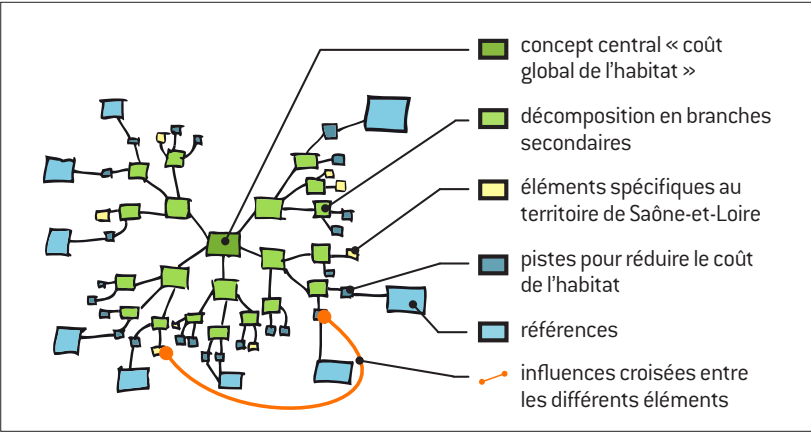




Chemin « rationalisation »

Carte conceptuelle « habitat financièrement accessible »

Mathilde Chamodot, Basile Cloquet, 2012

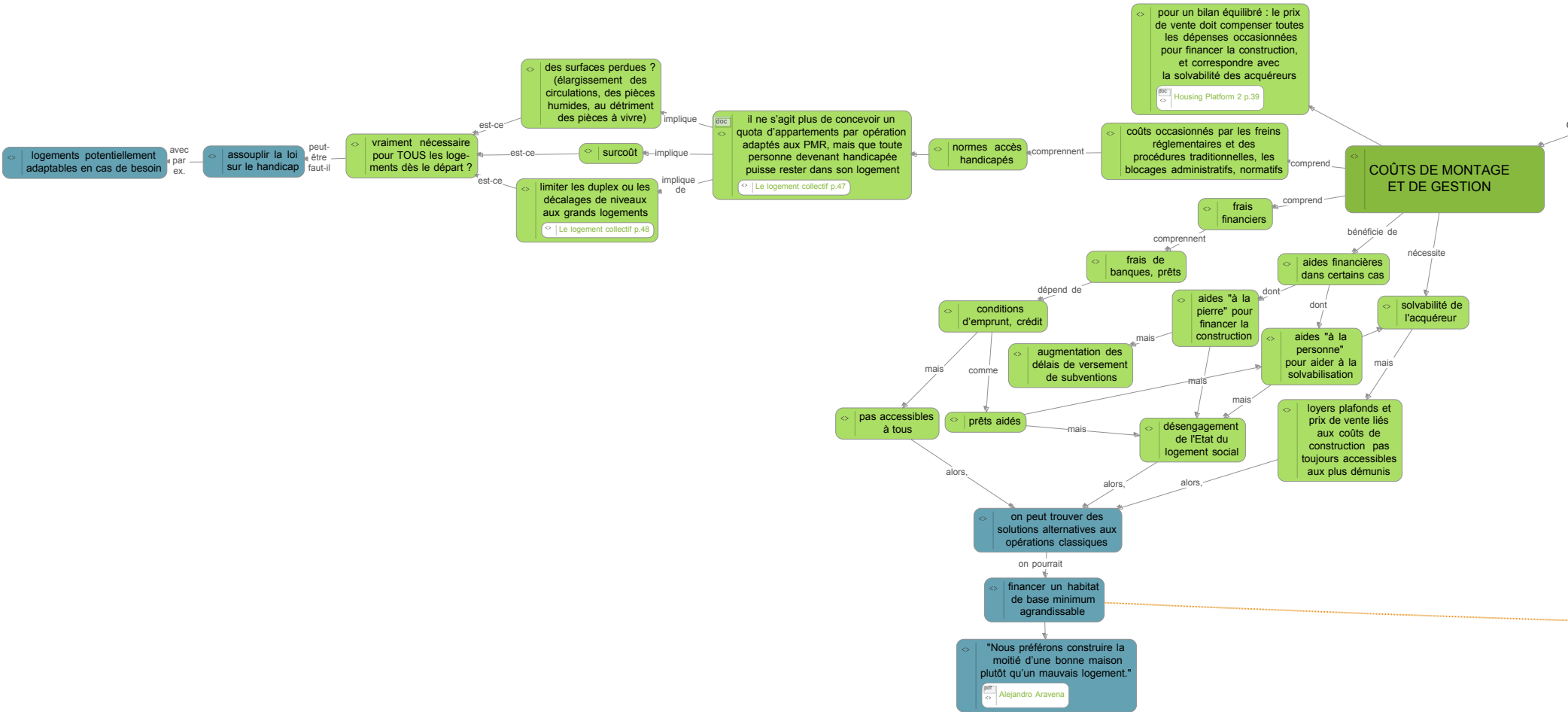
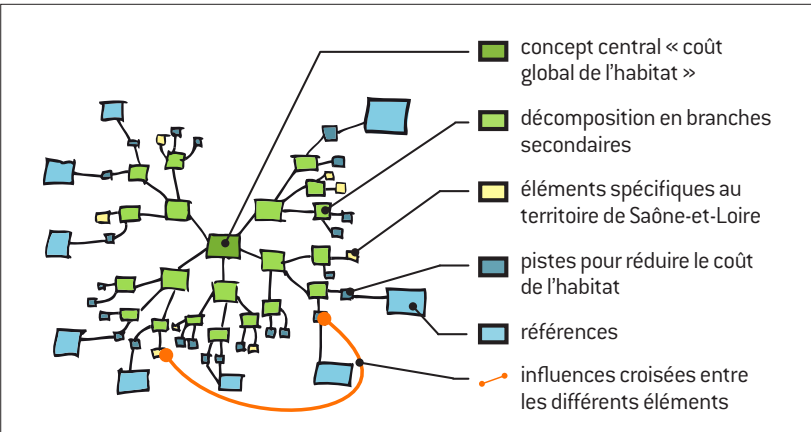
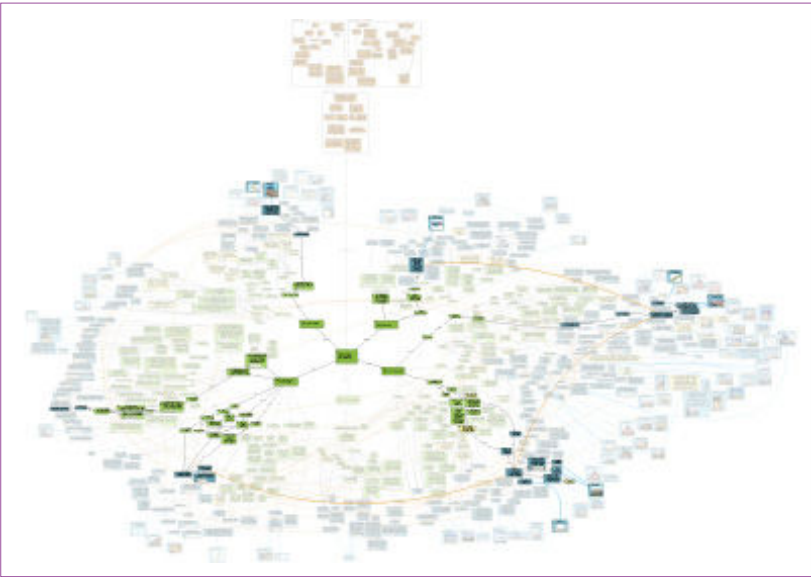




Chemin « évolutivité »

Carte conceptuelle « habitat financièrement accessible »

Mathilde Chamodot, Basile Cloquet, 2012

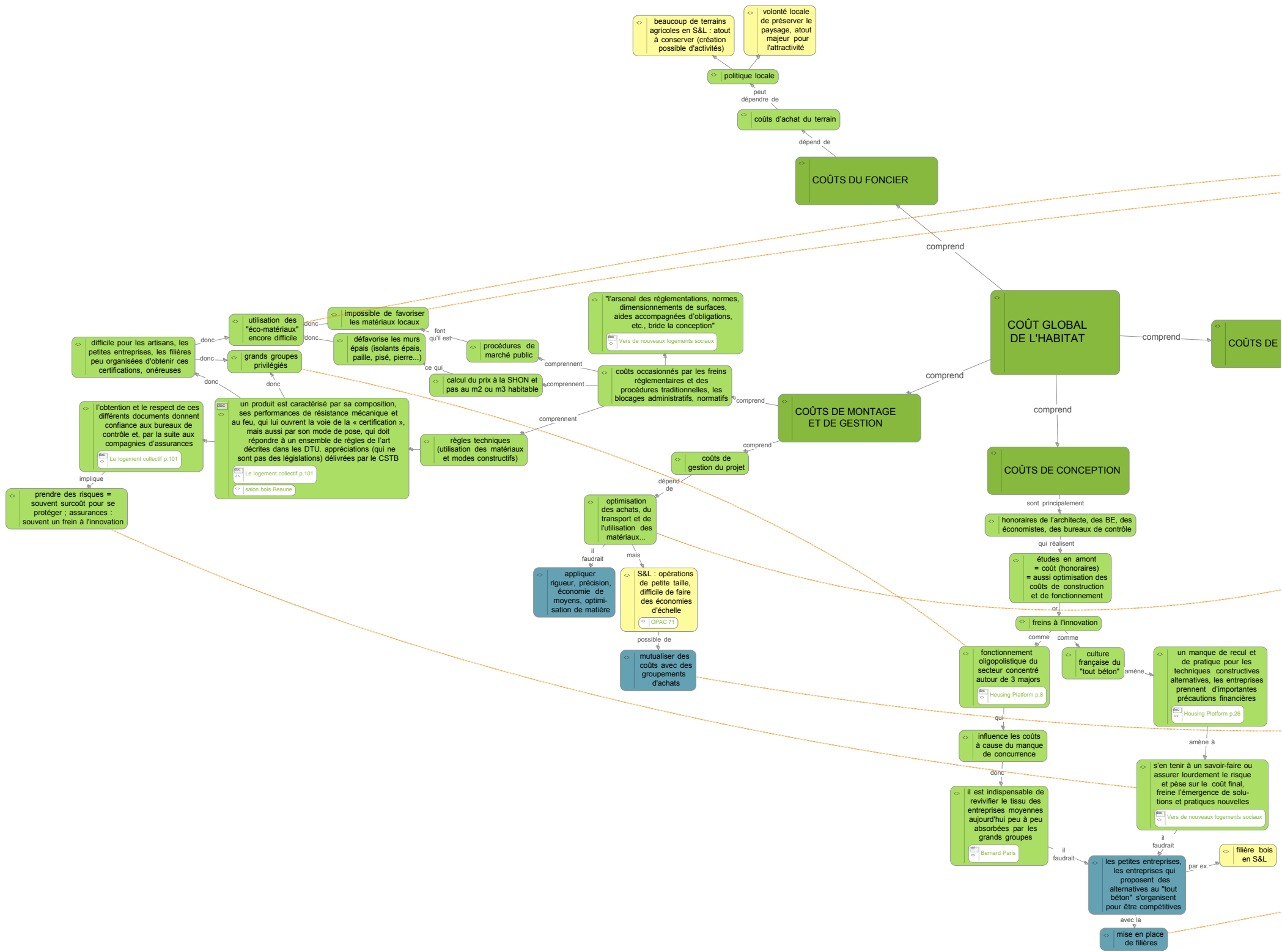
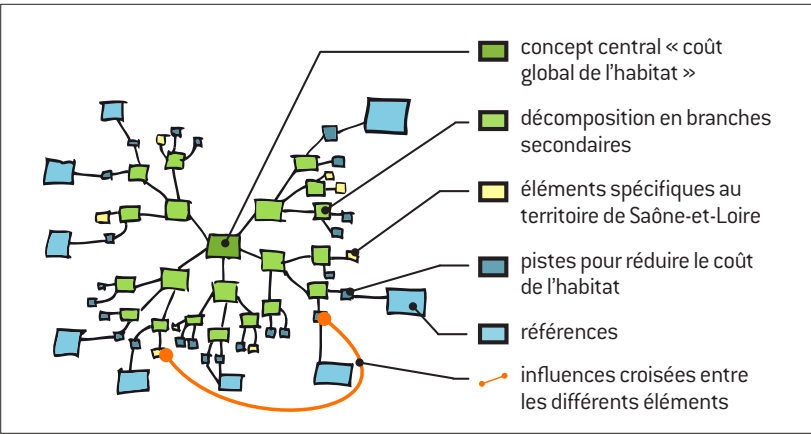
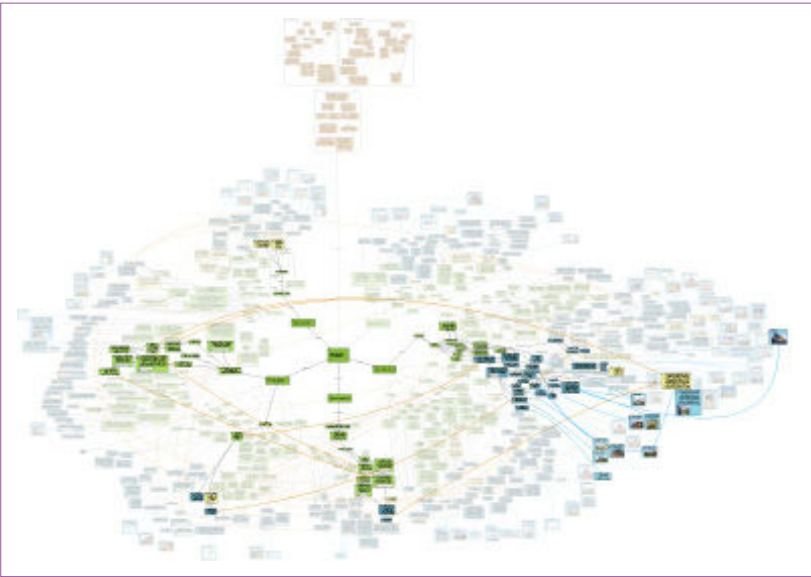




Chemin « économie sur les matériaux »

Carte conceptuelle « habitat financièrement accessible »

Mathilde Chamodot, Basile Cloquet, 2012

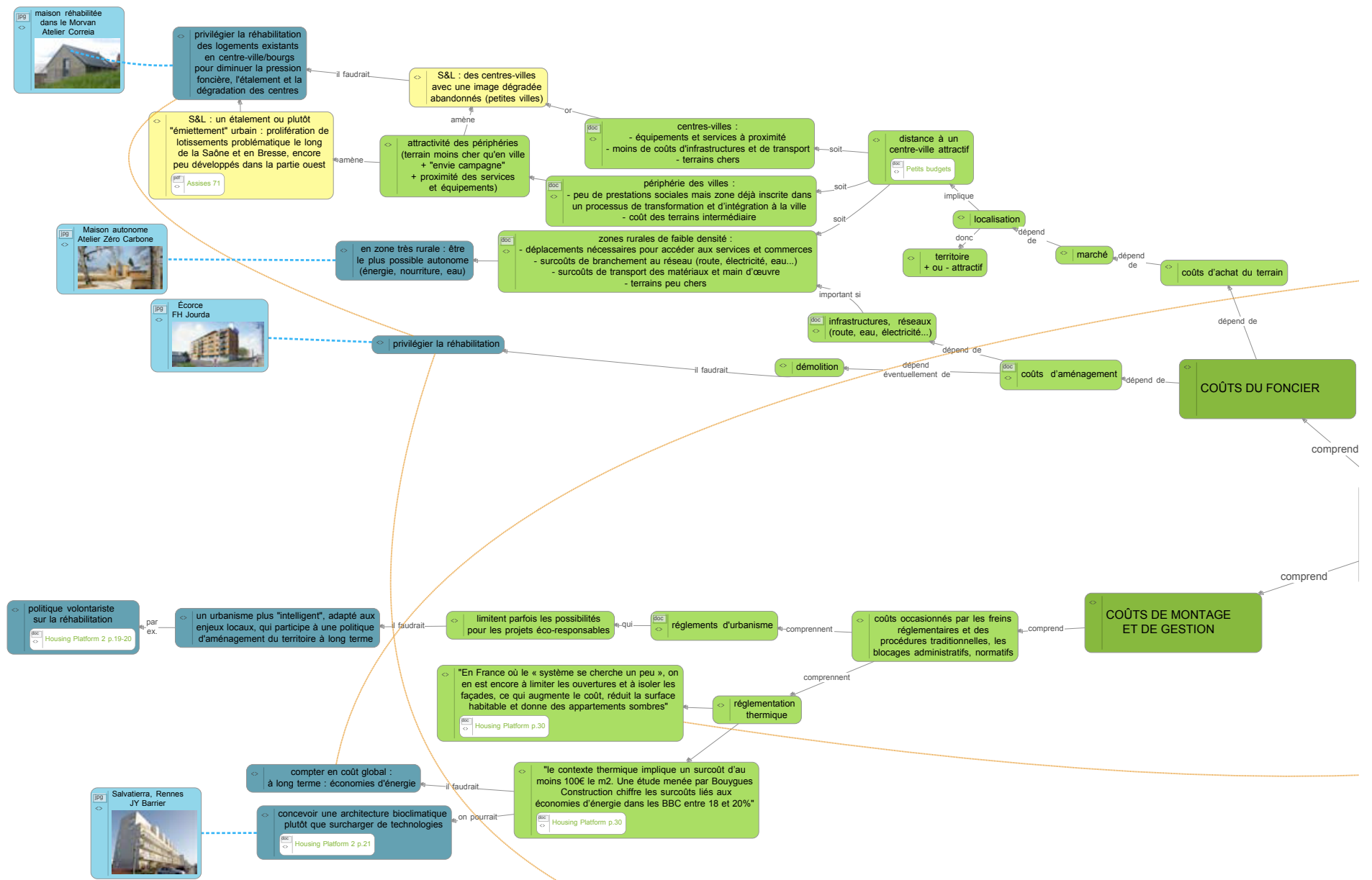
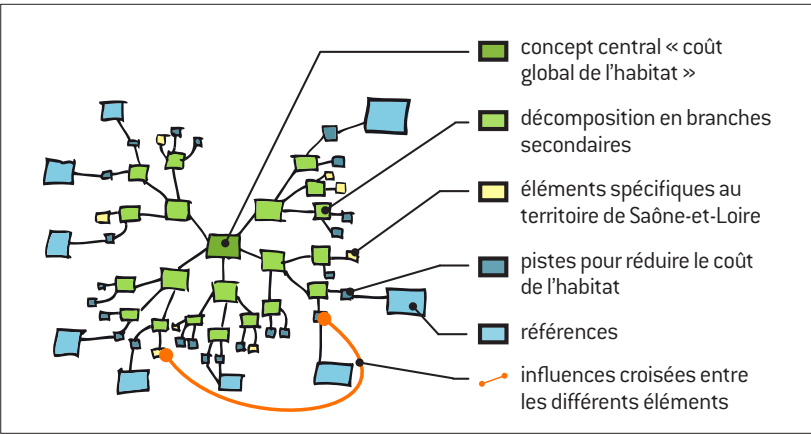
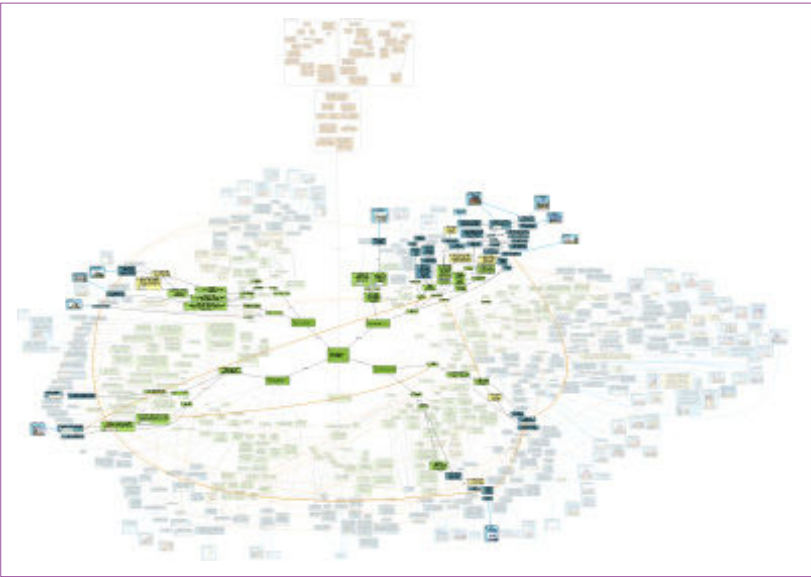




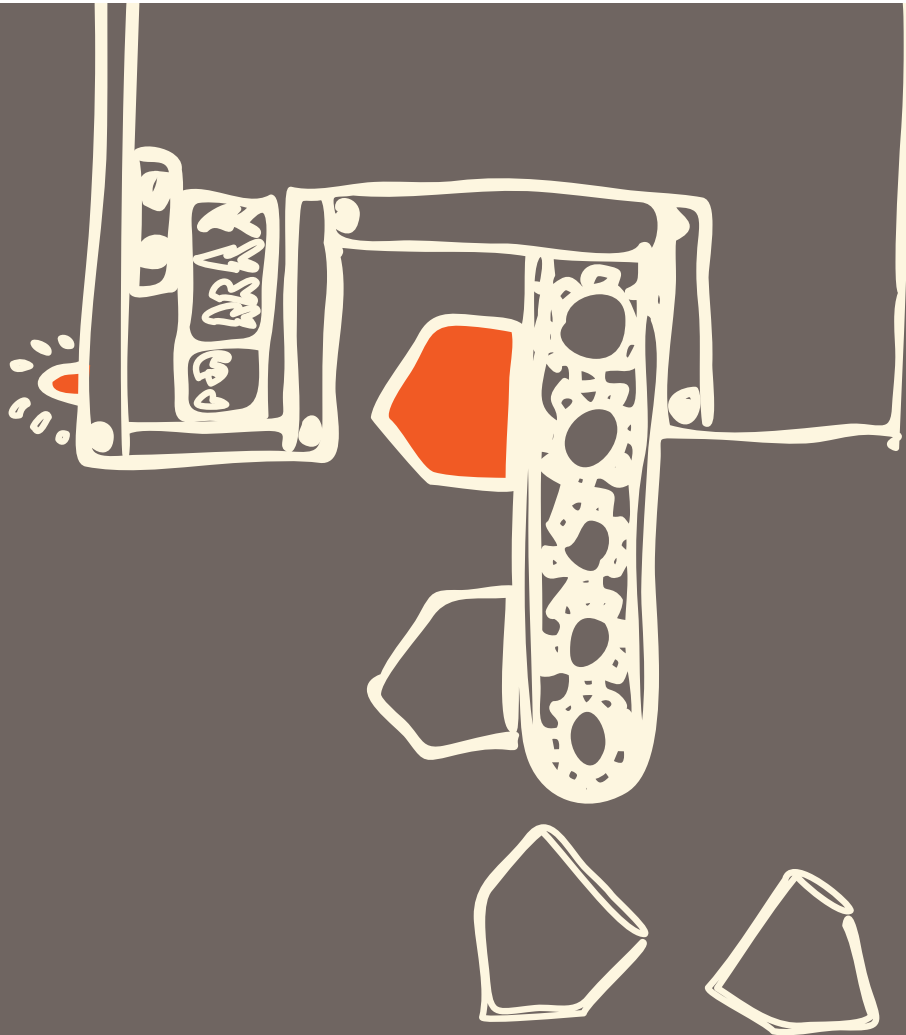
Chemin « diminution des charges »

Carte conceptuelle « habitat financièrement accessible »

Mathilde Chamodot, Basile Cloquet, 2012







Quelles stratégies pour un habitat économique ?

Matière à réflexion

Par l'analyse de projets d'habitat économique contemporains et innovants, cette exposition tente de faire émerger des pistes pour produire un habitat de qualité accessible financièrement au plus grand nombre.

Les réalisations présentées donnent un aperçu d'une variété de stratégies pour « faire économique ».

Afin d'atteindre cet objectif, les architectes ont été obligés de sortir des modèles classiques du logement, de penser l'habitat autrement en l'abordant avec un nouvel angle de vue.

mutualiser
auto-construire
habiter évolutif
simplifier
rationaliser la production
économiser sur les matériaux
diminuer les charges

Une exposition réalisée par Mathilde Chamodot et Basile Cloquet

Août 2011

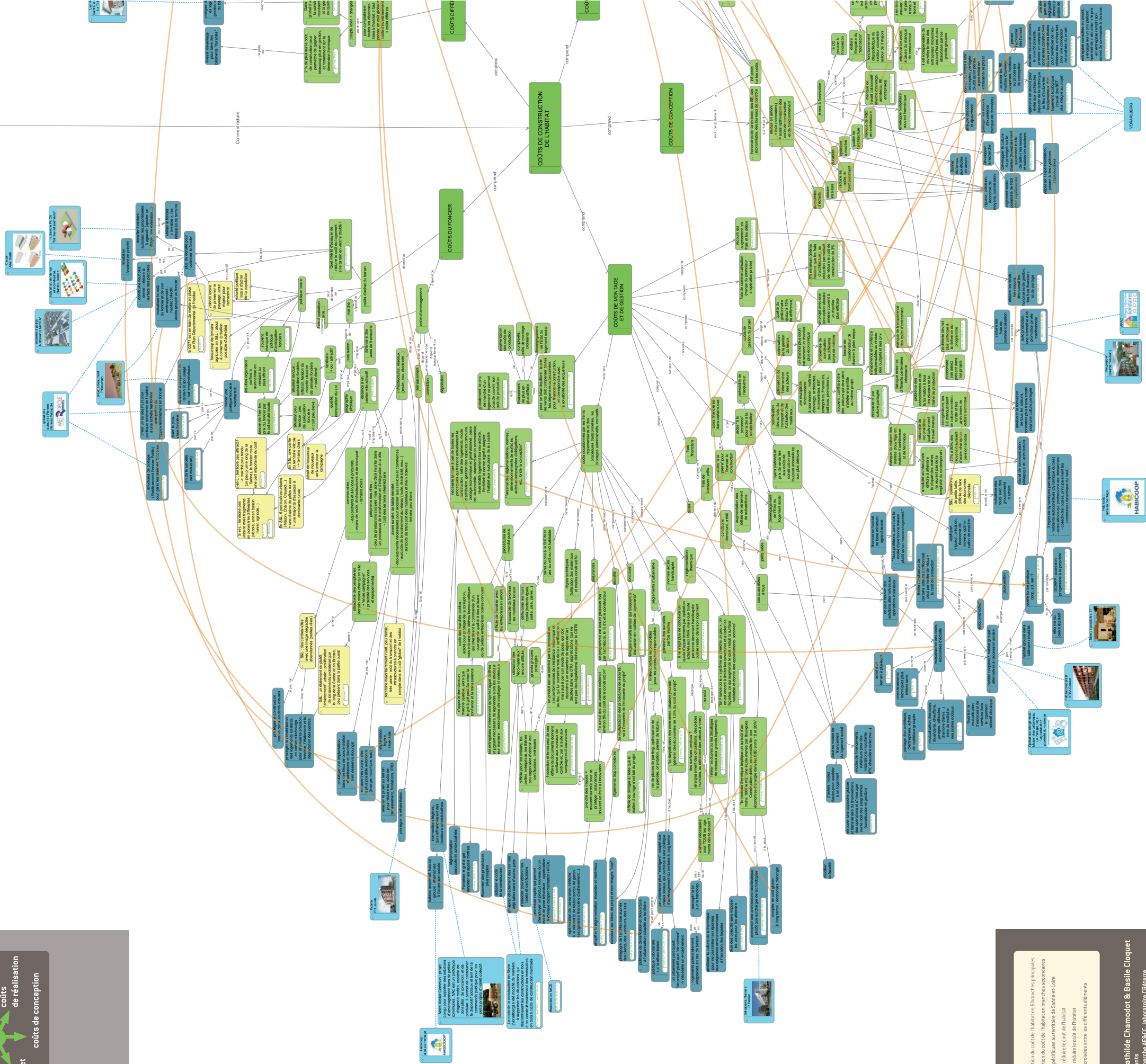
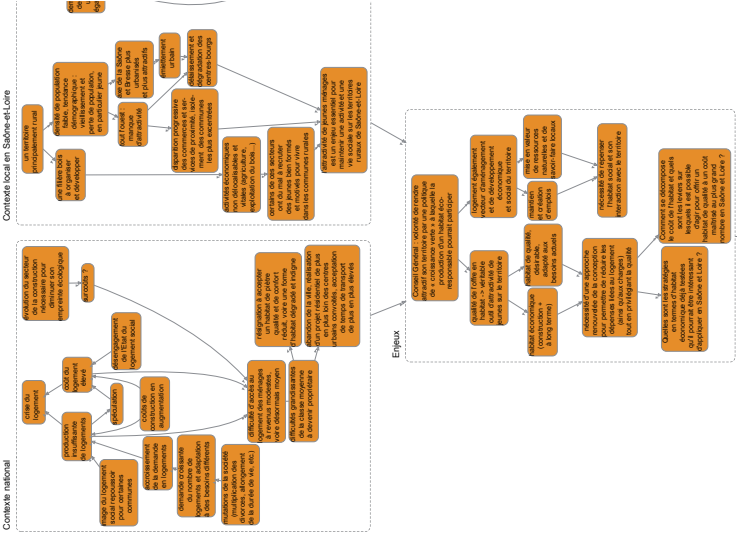
- École Nationale Supérieure d'Architecture de Grenoble
- Unité de recherche Architecture, Environnement et Cultures Constructives
- Laboratoire CRAterre
- Conseil général de Saône-et-Loire
- Galerie Européenne de la Forêt et du Bois



Quelles composantes entrent en jeu dans le coût de l'habitat ?

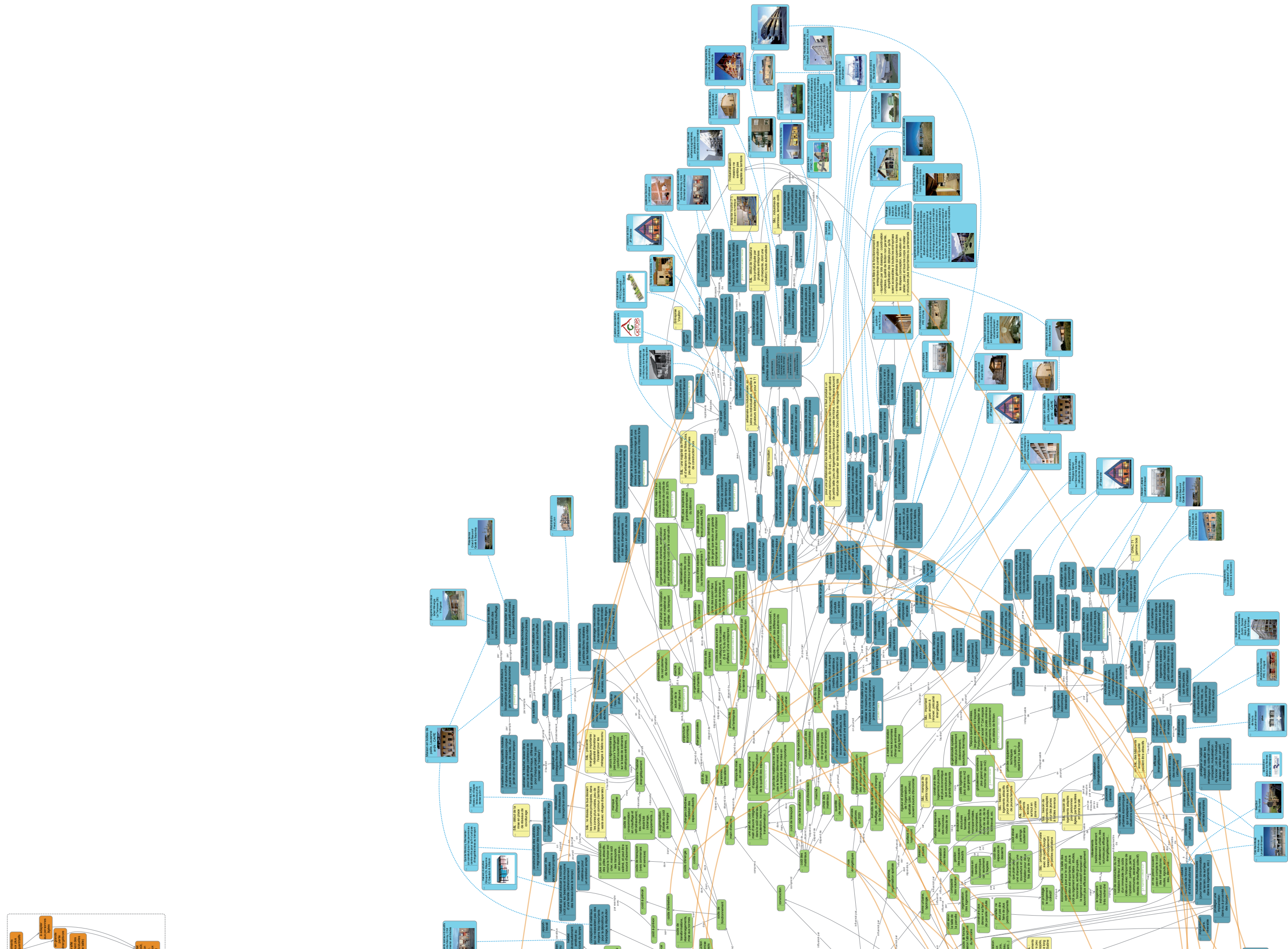
décomposition des coûts
de l'habitat afin de pointer
les leviers pour rendre
l'habitat abordable pour
le plus grand nombre

système de la carte mentale



Légende

- décomposition du coût de l'habitat en 5 branches principales
- éléments spécifiques au territoire de Seine-et-Marne
- petites pour réduire le coût de l'habitat
- influences croisées entre les différents éléments



Quelques pistes utilisées par des architectes, 7 Stratégies à la loupe :

Mettre en commun est une manière simple d'économiser ses moyens. Avec un habitat collectif ou un habitat dense, par exemple, on peut limiter la quantité de foncier, de murs, fondations, toitures, nécessaire à chaque habitation. Dans le cadre d'un habitat groupé, on peut aller plus loin en mutualisant les services de professionnels pour la construction (architectes, entreprises, achats groupés), des espaces (buvanderie, studio pour les invités, potager) ou des services (règle, auto-partage).

Il est possible de remplacer une part de l'apport monétaire pour l'accès à un logement par un apport-travail, en auto-finissant ou même en auto-construisant son habitation. Il est également envisageable de faire augmenter sa valeur en l'auto-améliorant.

Afin de limiter l'endettement avec l'accès à un habitat, celui-ci peut-être un habitat de base, comportant le minimum nécessaire, agrandissable au fur et à mesure des moyens et des besoins de la famille. Un habitat évolutif peut également prendre la forme d'une grande enveloppe aménageable en plusieurs phases.

















































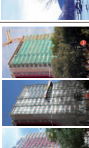







































La simplicité est souvent facteur d'économie, qu'il s'agisse d'architecture et d'organisation spatiale, de système constructif ou encore de procédures administratives.

Avec une production plus efficace, il est possible de faire des économies de matière, de travail, de temps de construction. Pour cela, il faut concevoir un système constructif efficace (pédiment, trame, dimension pour éviter les chutes, etc.) et penser l'organisation du chantier en amont. Des systèmes de production comme la préfabrication, l'industrialisation, le démontage et de systèmes constructifs utilisés pour d'autres fonctions que l'habitat peuvent permettre une production optimisée et des économies d'échelles à partir d'un certain volume produit. Il est cependant nécessaire de veiller à la qualité de vie, architecturale et urbaine.

Plusieurs stratégies sont possibles pour économiser sur les matériaux : minimiser la quantité de matière utilisée, utiliser des matériaux économiques, par exemple peu transformés, produits industriellement, recyclés ou encore détournés de leur usage habituel.

Outre le coût de la construction, ce sont aussi les charges de fonctionnement et d'entretien qui pèsent sur le budget des habitants. En améliorant le bâti existant, en concevant des habitations peu consommatrices en énergie et faciles à entretenir, on peut alléger le coût global de l'habitat.

Outre le coût de la construction, ce sont aussi les charges de fonctionnement et d'entretien qui pèsent sur le budget des habitants. En améliorant le bâti existant, en concevant des habitations peu consommatrices en énergie et faciles à entretenir, on peut alléger le coût global de l'habitat.

	Maisons en bois massif cloué							
	Logements sous serre							
	Logements progressifs							
	\$20,000 Houses							
	Maison Latapie							
	Résidence du Grand Beauvoir							
	Transformation de la tour de Bois-le-Prêtre							
	Su-Si							
	Les Bogues du Blat							
	Maison-grange							
	Habitat groupé rural							

Architectes
Sylvain Gasté
Michel Bazantay

Stratégies économiques

- ## Matériaux, système constructif



Réalisation : Mathilde Chamodot & Basile Cloquet
Architectes, doctants
ENSAG, unité de recherche AE&CC, Laboratoire CRATerre-ENSAG
Conseil général de Saône-et-Loire, GEFB
août 2011

Afin d'atteindre l'objectif d'une surface habitable doublée pour le même prix, les architectes ont utilisé le principe constructif des hangars agricoles. Cela permet de couvrir une grande surface pour pas cher.

Les économies se font aussi à plus long terme avec une consommation en chauffage inférieure à 45 kWh/m² en énergie primaire.



préau
espace extérieur
couvert, terrasse

jardin d'hiver
35 m², c'est d'abord
surface disponible

espace habitable chauffé
sur deux niveaux, espaces de vie
au rez-de-chaussée, chambres à

garage - grenier
25 m² chacun, le grenier permet un



implantation
bioclimatique

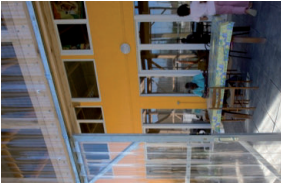
- maisons implantées pour bénéficier le plus possible des apports solaires passifs, orientées nord-sud
- eaux de pluie traitées avec un système de noues et bassin d'infiltration

protection
solaire

de la façade sud en été (évite l'effet de serre)

réglateur naturel,

hauteur au sud qui préchauffe l'air et limite les déperditions en hiver et à mi-saison ; en été, la surchauffe est limitée par la ventilation et la protection solaire



volume isolé chauffé

- réduction des ouvertures extérieures sur les façades est et ouest, la majorité donnent dans le jardin d'hiver : minimisation des déperditions
- chaudière gaz à condensation, plancher chauffant au RDC, VMC hydro réglable EHB standard



espace tampon

protège les volumes
chauffés de la paroi non
enseillée

Logements sous serres

Architectes

Anne Lacaton
Jean-Philippe Vassal

Architectes collaborateurs

David Duchein
David Pradel

Maître d'ouvrage : Somco (Société mulhousienne des Cités Ouvrières)

Année de livraison : 2005

Programme : 14 logements sociaux

Coût total : 1,05 M d'euros HT
(7 500 euros HT par maison)

Surface : 2 262 m² (incluant garages et jardins d'hiver), surface moyenne par type : 15 17,5 m², 14 17,5 m², 13 128 m², 12 102 m²

Surface chauffée : SU : 1569 m²
(SU = SH+1/2S annexes)

Prix/m² : 300 euros (chauffage n.c.)

Stratégies économiques

mutualiser

auto-construire

habiter évolutif

simplifier

rationaliser la production

économiser sur les matériaux

diminuer les charges

●●●●●

●●

●●

●●●●●

●●●●●

●●●●●

●●●

Matériaux, système constructif
« Nous ne faisons pas des économies sur un projet, mais un projet économique. Il ne s'agit pas de rogner sur tel ou tel poste, mais de supprimer des dépenses qui ne nous paraissent pas essentielles. »
● systèmes simples et lisibles : poteaux-poutres de parkings, serres horticoles industrielles.
● rapidité de montage.
● finitions minimum : béton laissé brut.
« L'espace ne serait pas le poste onéreux des logements, contrairement aux détails de finition que les habitants sont de toute façon heureux de modifier une fois installés. »

Organisation spatiale
● Volume et lumière maximums grâce à une enveloppe très économique.
● Des volumes aux qualités spatiales différentes à occuper librement en fonction des saisons.

Stratégie thermique
Le principe de la serre a permis de développer des solutions de confort bioclimatique.



Plus d'espace pour les logements sociaux

Produire des logements de qualité, qui soient, à coût égal, largement plus grands que les habitations habituelles se conformant aux normes, les architectes atteignent cet objectif avec un habitat sans fioriture, fondé sur l'économie de moyens et une analyse détaillée des fonctions techniques.

socle / structure poteaux-poutres en béton

plateforme / dalle béton

menuiseries en aluminium

3 serres horticoles :

- structure en acier galvanisé
- parois en polycarbonate transparent

« boîtes » intérieures / parois de bois

une implantation dense
projet de 14 habitations qui fait partie d'une opération de 61 logements en HLM localisé dans la continuité de la Cité ouvrière de Mulhouse dans l'ensemble de l'opération, peu de réflexion sur l'espace public et sur les transitions entre espace public et espace privé, pas de trottoirs ni de jardins mais de très petits espaces extérieurs bitumés délimités par du grillage

un usage saisonnier
• fonctions définies de façon non statique
• dispositifs nomadisés à l'intérieur : déplacement des meubles facilité pour une utilisation des espaces en fonction des meilleures orientations au cours des saisons
• complémentarité entre 3 différents climats qui apporte un équilibre d'usage tout au long de l'année (utilisation de la serre à prévue à 50%, en vérité c'est plus de 80%)

un vaste volume prêt à aménager
• réalisation d'une structure et d'une enveloppe simples, économiques et efficaces qui définit un volume maximum libre et lumineux
• partage du volume en 14 logements traversants en duplex
• pas de partition de l'espace (seules les salles de bain sont cloisonnées), ce qui laisse une appropriation libre des différents volumes aux qualités d'espace contrastées et complémentaires

une peau dynamique régulatrice
• dispositifs mobiles et dynamiques pour pouvoir se replier sur un espace un peu plus petit pendant les périodes difficiles
• enveloppe conçue à partir de rideaux, de volets, d'un jardin d'hiver qui forme tampon climatique :

- large ventilation en toiture et façade de la serre (lorsque les capteurs indiquent le dépassement d'un certain seuil d'humidité,

orientation
• appartements traversants
• orientation Nord - Sud

« boîte » en bois
une partie de la serre isolée et chauffée

serre
chauffée : jardin d'hiver

les ouvrants programmés laissent entrer l'air frais)

- ombrage horizontal qui se déroule dans la serre. Cependant, il est possible quand période très chaude il y est surchauffé l'été.



Beaumont, Ardèche, France

Les Bogues du Blat

Architectes
Construire
Patrick Bouchain
Loïc Julienne

Maître d'ouvrage : Mairie de
Beaumont
Année de livraison : projet en cours
Programme : 8 maisons en
accession progressive et solidaire
à la propriété « à aménager »
Surface : environ 60 m² pour
l'habitat de base

Stratégies économiques

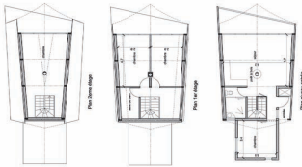
- mutualiser
- auto-construire
- habiter évolutif
- simplifier
- rationaliser la production
- économiser sur les matériaux
- diminuer les charges

Matériaux, système constructif

- La verticalité de la maison génère une économie (volume compact, une seule « façade-toiture »).
- La construction de base est économique car seul le rez-de-chaussée est aménagé (60 m²). Cependant, l'enveloppe est prévue pour un agrandissement ultérieur.
- La possibilité d'auto-finir les logements permet aux habitants de donner un apport personnel non monétaire, mais sous forme de travail.

Organisation spatiale

- La mutualisation des études, d'espaces et de services, l'évolutivité de l'habitation et la possibilité d'occuper selon les activités des pièces non isolées ou non cloisonnées, sont des facteurs d'économie.
- L'implantation en terrasses permet une organisation du hameau apportant à chacun les qualités d'un habitat à la campagne.



Organisation des acteurs

L'organisation participative de cette opération a été initiée par la mairie de la commune, soucieuse d'offrir un habitat à la fois économique et convivial.

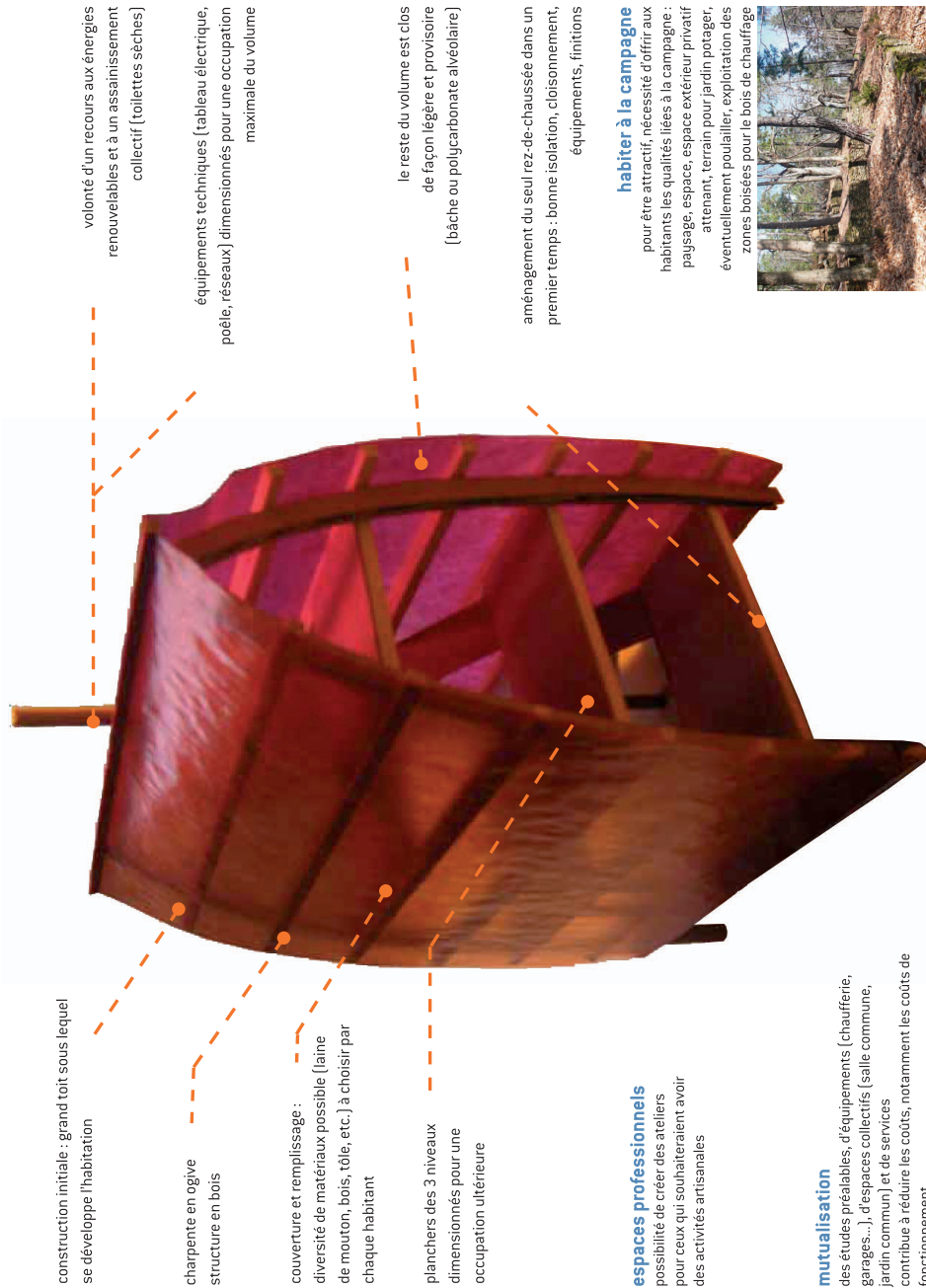
Réalisation : Mathilde Chamodot & Basile Cloquet
Architectes, docteurs
ENSAG, unité de recherche AEBCC, laboratoire CPATERRE-ENSAG
Conseil général de Saône-et-Loire, GEFB
août 2011



Habitat coopératif

Afin d'enrayer le déclin et le vieillissement de sa population, la commune favorise l'implantation de jeunes actifs en proposant des habitations sociales rurales au prix du logement social.

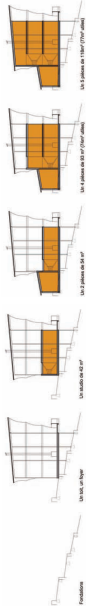
La stratégie utilisée : la participation des habitants à la conception, la réalisation et la gestion du groupe de maisons évolutives.



évolutivité

aménagement du seul rez-de-chaussée dans un premier temps avec un niveau de confort de base : cuisine, salle de bain, séjour et une chambre isolés

possibilité d'extension ultérieure sur les niveaux supérieurs : permet de gérer l'habitat dans le temps en fonction de l'évolution des besoins et des moyens de la famille



une démarche participative

Les habitants sont associés à la fois à la production [programme, définition des espaces collectifs, réflexion sur les usages] et à la gestion des logements (règles d'usage du terrain et du « vivre ensemble », gestion de la coopérative). Des ateliers de travail sont animés par une association autour de maquettes à grande échelle. Le chantier sera structuré autour de plusieurs temps forts pour la communauté : fête de la levée des charpentes, chantier collectif des aménagements intérieurs et des espaces extérieurs, perdition de crémaillère.



Société Civile Immobilière d'Accession Progressive à la Propriété (SCIAPP) à vocation sociale en coopérative

C'est le montage envisagé pour le projet. Les logements sont transformés progressivement en part du capital social, celui-ci étant constitué initialement par l'apport de la mairie, maître d'ouvrage. Au fur et à mesure du paiement de leurs « loyers », les occupants peuvent acquérir des parts jusqu'à devenir entièrement propriétaires. Tous les travaux entrepris par les habitants (extension de la surface habitable, modifications) sont à leurs frais, à leur usage et deviennent partie intégrante de leur « capital ».



Alabama!

USA

\$ 20,000

Houses

Architectes

Rural Studio

Charity Bulgrien

Ian Cook

Obi Elechi

Maitre d'ouvrage : privé

Année de livraison : 2009

Programme : maison d'habitation

Coût total : 20 000 \$ (12 500 \$ matériaux, 7 500 \$ main d'œuvre)

Surface : 56 m²

Prix/m² : 360 \$

Durée : étude 1 an (dialogue avec les futurs habitants), chantier 3 mois

Stratégies économiques

mutualiser

auto-construire

habiter évolutif

simplifier

rationaliser la production

économiser sur les matériaux

diminuer les charges

●●●●●

●●●●●

●●●●●

●●●●●

●●●●●

●●●●●

●●


Matériaux, système constructif

- Un gros travail de conception a été fait pour rationaliser les techniques de construction. Les détails et les matériaux ont été choisis pour obtenir une grammaire réduite et une simplicité rigoureuse. Cela a permis de minimiser le coût et de réduire le temps de chantier.
- Le système constructif est prévu pour être à la fois facilement reproductible par des entreprises et aisément monté et agrandi par les habitants eux-mêmes avec des outils simples.
- Les maisons sont pensées pour être durables, les habitants ayant peu de moyens pour les entretenir.



Organisation spatiale

- La simplicité du volume, de l'organisation spatiale, des systèmes de ventilation sont source d'économie.
- Par son volume, ses matériaux et la présence du porche, la maison s'intègre bien dans son environnement bâti.



Le Rural Studio




Créé en 1992 à l'université d'Alabama par Samuel Mockbee, ce studio propose d'immerger les étudiants en architecture dans la réalité sociale et économique du Comté de Hale, le plus pauvre de l'Etat. Ils y apprennent les compétences du projet et de la construction autant que les responsabilités éthiques et sociales associées au métier d'architecte.




Simplicité architecturale et constructive


« \$ 20,000 Houses » est un projet de recherche visant à réduire le besoin pressant en logements décents et abordables dans le Comté de Hale. L'objectif est de produire un modèle que l'on peut construire et agrandir soi-même, facile à répliquer à grande échelle par une entreprise. Le défi relevé par le Rural Studio est de ne pas dépasser le budget de 20 000 \$, montant du prêt accordé par un programme fédéral : 10 000 \$ de main d'œuvre et 10 000 \$ de matériaux.




porche protégé par une moustiquaire sur une ossature en pin blanc



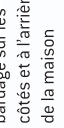
structure ossature bois




couverture en bac acier



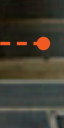
bardage de la façade avant en bois




bardage sur les côtés et à l'arrière de la maison en tôle ondulée blanche




isolant issu du commerce




porche habité



ancre dans le paysage



organisation spatiale simple et ouverte



confort thermique

à l'avant de la maison, porche généreux couvert par le prolongement du toit, protégé par une moustiquaire : réel espace habité, extension « sociale » du séjour

interieur partitionné uniquement par un noyau central qui renferme la salle de bain et sépare la chambre du séjour-cuisine avec une cloison

espace confortable, bien ventilé : lutte contre la surchauffe assurée par une ventilation traversante (plafonds hauts, plusieurs ouvertures à l'avant et à l'arrière), les larges débords de toiture

laboratoire d'architecture sociale et durable

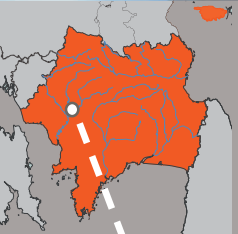
Le studio prend la forme d'un workshop. Les étudiants sont envoyés sur place pour concevoir et construire des maisons pour les plus démunis. Le contact avec des situations réelles amène les étudiants à rechercher des solutions appropriées, à projeter et construire avec les moyens du bord, à autoconstruire. Les constructions qui en résultent, modestes et économes, montrent une grande inventivité et une réelle qualité architecturale.



pédagogie par l'expérimentation et l'itérativité
Dans le cadre du programme de recherche « \$ 20,000-House », un exemplaire de maison est conçu et construit chaque année par un groupe d'étudiants. Cette maison est la 8^{ème} version. Chaque version se sert de l'expérience des précédentes pour s'améliorer, entrer dans le budget et le temps de chantier.

conception et construction participatives
Les étudiants ne travaillent pas pour, mais avec les futurs habitants pour :
- comprendre leurs besoins
- utiliser le mieux possible leurs capacités lors de la construction, diminuant ainsi le coût de main d'oeuvre
- tenir compte de leur retour d'expérience pour améliorer la prochaine maison

levier pour l'économie locale
Cette version est la première à avoir été construite par une entreprise locale en conditions réelles. Dans un contexte économique difficile, le studio utilise la construction comme levier en essayant de créer une micro économie avec des matériaux et des entreprises locaux. Peut-être que des charpentiers s'approprieront la recherche...
« \$ 20,000 House » et poursuivront la recherche...



Paris

Transformation de la tour de Bois-le-Prêtre

Architectes
Frédéric Druot
Anne Lacaton
Jean-Philippe Vassal

Maître d'ouvrage : OPAC de Paris
Année de livraison : projet en cours
Programme : réhabilitation de 97 logements occupés
Coût total : 9,84 M d'euros net (environ 100 000 euros par appartement au lieu des 170 000 euros nécessaires pour le neuf)
Surface : existant (habitable) 6288 m²; extension (y compris balcons) 3560 m²

Stratégies économiques

mutualiser

auto-construire

habiter évolutif

simplifier

rationaliser la production

économiser sur les matériaux

diminuer les charges

○

○

○

○

○

○

○

○

○

○


○

Matériaux, système constructif

- Une étude approfondie de la structure existante a permis d'utiliser au mieux ses capacités pour la transformer.
- Les architectes recherchent des solutions associant rationalité, économie, efficacité.

Organisation spatiale

- Lauréats du concours d'architecture pour transformer cette tour, les architectes tentent de ré-interroger les jugements portés sur les grands ensembles et de modifier le regard des bailleurs sociaux sur leur patrimoine et son potentiel d'évolution.
- Les qualités spatiales de la tour ont été jugées suffisantes pour améliorer radicalement les conditions d'habitation.
- L'objectif de la restructuration est d'apporter une générosité spatiale, de la lumière naturelle, une diversité des typologies de logements, des qualités d'usages des intérieurs et des espaces communs.



Stratégie thermique

Chaque locataire peut gérer lui-même son confort thermique grâce à différents dispositifs installés en façade. L'augmentation des loyers devrait être compensée par la baisse des charges.



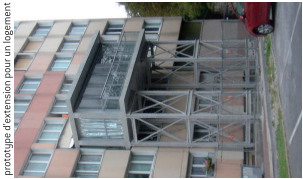
Améliorer l'existant plutôt que démolir et reconstruire

Dans un contexte de déficit important de logements sociaux, les architectes souhaitent démontrer que la transformation des grands ensembles des années 1960-70 peut être plus économique, efficace et qualitative que leur démolition-reconstruction.

tour d'origine :
immeuble de 50 m de haut, construit dans les années 1960, réhabilité au dans les années 1990
première étape du projet : évaluation en profondeur des caractéristiques de la tour, ses capacités structurelles, ses faiblesses et ses potentiels

façades légères d'origine, facilement démontables, remplacées par des ouvertures toute hauteur

surépaisseur de 3 m de large réalisée sur les deux façades longitudinales grâce à une charpente métallique structurellement autonome, montée à sec



modification des logements

- 96 logements existants réaménagés + création de 8 logements supplémentaires
- reconfiguration des types, création de nouveaux types pour une diversité de 1 à 7 pièces
- agrandissement des logements soit par changement de type soit par extension par l'extérieur
- résurrection de certains logements



travaux en site occupé

- choix de l'extension par l'extérieur pour éviter le démenagement de la plupart des locataires pendant les travaux
- phase de concertation de plus de 8 mois avec les 96 familles comme avec autant de clients privés
- maintien de tous les habitants, soit dans leur logement, soit dans un autre de la tour, plus grand ou plus petit

réaménagement des espaces collectifs

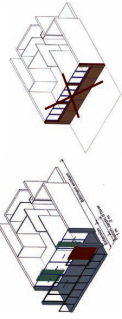
- transformation du hall au rez-de-chaussée, mis de plain-pied avec la rue, traversant de l'entrée au jardin
- reconfiguration des circulations pour faciliter la distribution des étages, notamment avec l'ajout de deux ascenseurs pour diminuer les temps d'attente
- création de locaux communs et associatifs au RDC

remplacement des ouvertures par de généreuses baies vitrées

- suppression des allèges, remplacement des fenêtres par de grandes baies vitrées toute hauteur
- amélioration du confort, de la lumière naturelle et des vues

ajout de jardins d'hiver et de balcons

- élargissement de chaque appartement par un prolongement avec jardin d'hiver et balcon de 3 m de large
- nouvelle pièce avec une paroi mobile, librement appropriable selon les saisons
- surface en plus non isolée non comptabilisée en surface habitable, ne faisant donc pas augmenter le loyer



protection en été

- rideaux thermiques d'occultation
- extension qui protège de l'ensoleillement direct
- paroi mobile du jardin d'hiver pour assurer la ventilation

lumière naturelle

apport d'éclairage naturel important avec l'élargissement des ouvertures, diminuant le besoin en lumière artificielle

espace tampon isolant du jardin d'hiver

même si aucun ajout de produit isolant, réduction significative de la dépense énergétique de chauffage (baisse de 50% de la consommation prévue) grâce à l'espace tampon constitué par l'extension :

- capte les apports solaires passifs en position fermée
- récupère les calories de l'air ventilé (sas de réchauffement de l'air)



Maître d'ouvrage : privé (S. Kaufmann)
Année de livraison : 1996
Programme : module d'habitation tridimensionnel préfabrique
Coût total : à partir de 50.000 euros HT pour un module de 40m² (équipé, hors fondations/viabilitation)
Surface : (utile) 30 à 50 m²
Durée : fabrication 5 semaines, montage 5 heures

mutualiser
auto-construire
habiter évolutif
simplifier
rationaliser la production
économiser sur les matériaux
diminuer les charges

Matériaux, système constructif



Réalisation : Mathilde Chamodot & Basile Cloquet
Architectes, doctants
ENSAG, unité de recherche AE&CC, laboratoire CRATERRE-ENSAG
Conseil général de Saône-et-Loire, GEFF

Ce module tri-dimensionnel entièrement préfabriqué en atelier est une expérimentation menée pour diminuer le coût de l'habitat écologique. La première version a été construite en 1996. Depuis, plus de 20 unités ont été réalisées en Autriche et en Allemagne.

étape 3
pose du module sur les
fondations (au choix : pilotis,
plots béton, longrines béton
ou fondations avec cave)



étape 1
préfabri
complet
atelier d
technol

isolation
laine de
mouton,
lin, bois ou
cellulose

étape 1
préfabrication et aménagement
complet du module dans un
atelier de charpente avec des
technologies efficaces

étape 2
transport du module par camion
(limites dimensionnelles
imposées par le transport, poids :
8 à 12 tonnes)

étape 4
branchement de
l'eau, l'électricité
et évacuation
d'eau

rapport au sol

- rapport au site minime, puisque le module est conçu indépendamment de celui-ci, des aménagements possibles, comme le choix de l'orientation ou l'addition de terrasses qui prolongent le bâtiment vers l'extérieur.
- module posé directement au niveau du sol ou sur des pilotis, afin de créer un espace couvert servant, par exemple, d'abri à voitures, peut être provisoirement posé sur un terrain puis déplacé.

espace habitable rationalisé

- limites dimensionnelles imposées par le transport (largeur 3 à 4,5 m, longueur 6 à 14 m, hauteur, 3 m).
- plan simple et rectangulaire, organisé autour des arrivées de réseaux, adaptable selon le client

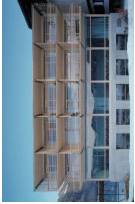
habitat livré tout équipé

- modules livrés prêts à aménager ou complets (« clés en main »)



évolutive possible

- des cellules qui peuvent être composées, superposées et juxtaposées (exemple : extension de Hôtel Post à Bezaux en Autriche)



**maison basse
consommation en énergie**
dépendance énergétique :
40-45 kWh/m² (en fonction du site)

enveloppe soignée
enveloppe soigneusement
réalisée, étanche à l'air et
sans pont thermique

isolation renforcée
isolation importante qui permet de réduire les coûts de fonction-

apports passifs

poêle à granulés bois

Crédits photographiques : Johannes Kaufmann Architektur, Ignacio Martinez, D.R.

sources : Livres : L'architecture écologique du Vorarlberg, D. Gauzin-Müller, Le Moniteur 2009 / Revues : D'Architecture n° 129 juin/juillet 2003 / Dossiers : Plaqueste Su-Si, Johannes Kaufmann Architektur / La préfabrication de modules tridimensionnels à structure bois », Hartmut Heime / Site internet : Su-Si : www.su-si.at

Habitat Groupé Rural

Maître d'ouvrage : 4 familles
Année de livraison : 2011
Programme : réaménagement d'une ferme en habitat groupé pour 4 familles
Coût : 180 000 euros pour le terrain construit, entre 30 000 et 35 000 euros de travaux pour la réhabilitation complète d'une des habitations en autoconstruction.
Surface :
habitation étudiée : 80 m²
Durée : 1 an, toujours en cours

Stratégies économiques

- mutualiser
- auto-construire
- habiter évolutif
- simplifier
- rationaliser la production
- économiser sur les matériaux
- diminuer les charges

Matériaux, système constructif

- L'auto-réhabilitation et les chantiers participatifs ont permis de créer des habitations confortables à coût très faible. Les habitants et leurs réseaux amicaux et familiaux s'entraident. Les coûts sont principalement des coûts de matériaux. Des professionnels sont intervenus pour encadrer les phases délicates du chantier. Pour l'extension, le chantier a été encadré par l'association Bormobile.
- Les matériaux utilisés sont en grande partie des matériaux locaux ou des matériaux écologiques.

Organisation spatiale

- Chaque famille a son lieu d'habitation propre avec un jardin privatif. Ces espaces d'habitation minimums sont complétés par des espaces collectifs à usage domestique, de construction, de production alimentaire ou d'accueil du public.
- La gradation des espaces privés vers les espaces publics est facilitée par la complexité des deux corps de fermes avec toutes leurs extensions. Cela offre la possibilité de conserver de l'intimité pour mieux partager dans les parties communes.

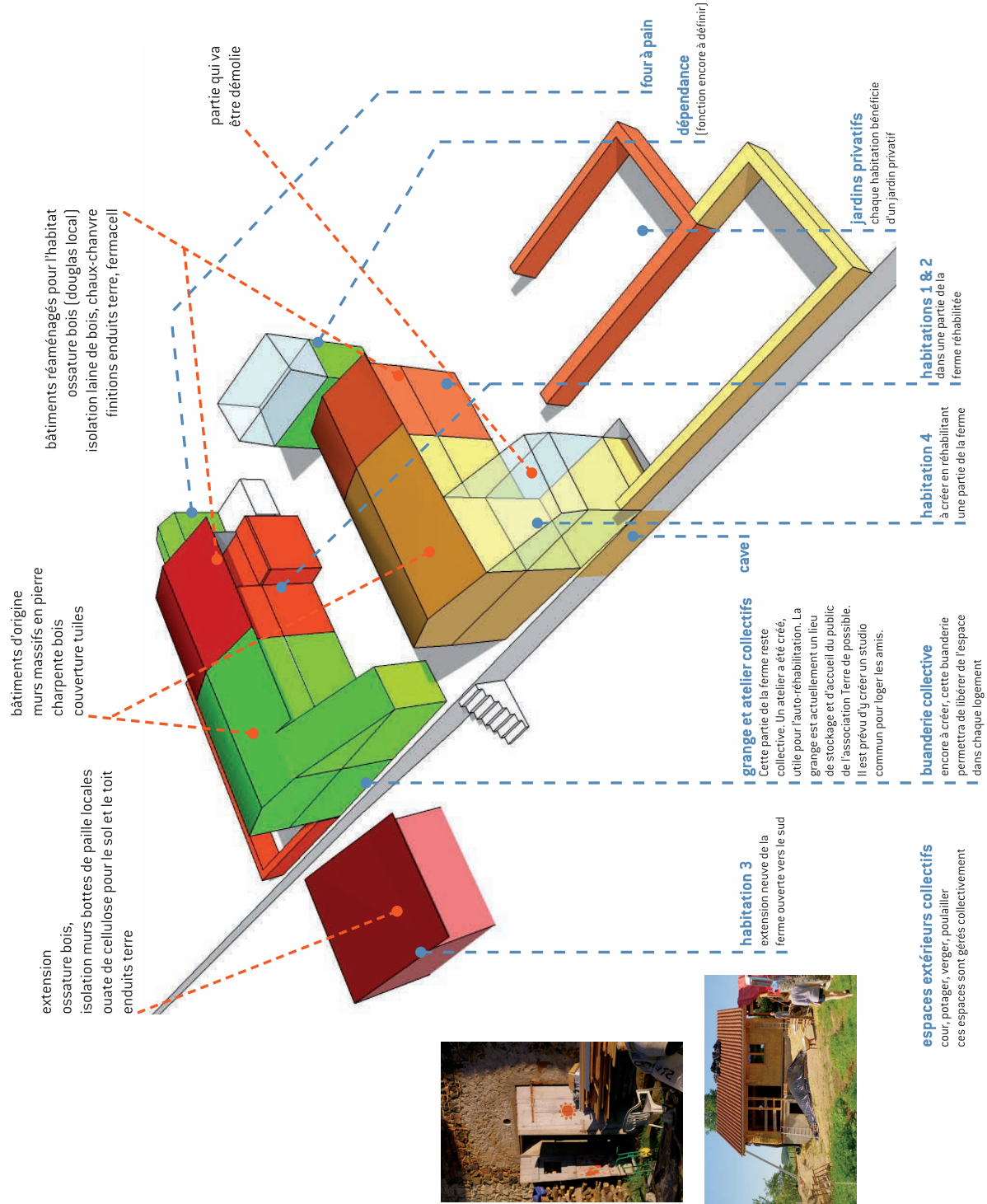
Habiter groupé en zone rurale

Cette piste est prometteuse pour la revitalisation des zones rurales. Elle permet l'installation de jeunes actifs grâce à un habitat à la fois économique et attractif. Habitat groupé permet de faciliter la vie à la campagne pour des personnes qui ont un mode de vie urbain, et de réduire les dépenses d'investissement et de fonctionnement.



Habitat groupé et auto-réhabilitation

Afin de pouvoir accéder à un habitat sans s'endetter trop lourdement, quatre familles ont transformé un corps de ferme en lieu d'habitation collectif. L'auto-réhabilitation de ces bâtiments a conduit à des travaux très peu onéreux. Habiter groupé permet de faire des économies en terme d'investissement, mais aussi pour le fonctionnement.



- habiter groupé amène des avantages**
- Le partage du coût d'achat du terrain et du bâtiment qui devient alors accessible
 - L'économie des marges des intermédiaires classiques (promoteurs...)
 - La taille de chaque habitation qui correspond aux besoins de chaque famille
 - L'entretien partagé de l'ensemble
 - Une entraide facilitée en cas d'auto-réhabilitation
 - La mutualisation de certains espaces qui prennent moins de place dans chaque habitation et réduit le nombre d'équipements à acheter (buanderie, atelier)
 - La gestion collective et solidarité intergénérationnelle : vie à la campagne facilitée (garde d'enfants, transports, gestion du potager, des animaux), isolement évité qui limite les dépenses de fonctionnement et permet un mode de vie convivial

habiter un éco-système
Avec ce projet, on se rend compte qu'un habitat n'est pas seulement un logement, une cellule d'habitation, mais tout un éco-système. Ce projet participe à l'emploi local, à l'animation territoriale et à une activité économique, productive (alimentation).

habiter en zone rurale, pas toujours facile
Beaucoup de jeunes ménages souhaitent s'installer à la campagne. Mais souvent il leur est difficile d'y trouver un logement abordable car les maisons sont trop vastes, souvent des gouffres à énergie, nécessitant beaucoup de travaux. L'éloignement des centres urbains est parfois compliqué pour la vie quotidienne et nécessite beaucoup de transports pour se rendre à l'école, sur le lieu de travail, dans les commerces et les services publics. Construire neur est parfois trop cher, et ne parait pas logique lorsque beaucoup de bâtiments existants sont à l'abandon. Ce projet montre qu'avec un habitat groupé, on peut résoudre certains de ces inconvénients. De plus, réhabiliter l'existant évite de contribuer à l'étalement urbain, à la prolifération des pavillons dans les lotissements.

Demain, quel habitat en Saône-et-Loire ?

Support à réflexion collective

Cette exposition fait émerger des pistes pour un habitat de qualité accessible financièrement à tous.
Les réalisations présentées donnent un aperçu d'une variété de concepts qui pourraient œuvrer au développement durable du territoire de Saône-et-Loire.

concepts architecturaux
concepts urbains
principes constructifs
principes de montage de projet
des exemples qui fonctionnent

Réalisation : Mathilde Chamodot & Basile Cloquet
Architectes, doctorants
ENSAG, unité de recherche AER&CC, laboratoire CRAterre-ENSAG
CIFRE avec le Conseil général de Saône-et-Loire, GEFB
juin 2012



LOGEMENT : LES ENJEUX

Quels enjeux en terme d'habitat en Saône-et-Loire ?

Des enjeux pour le département

Accès à tous à un logement de qualité

- Un accès au logement (location ou accession) financièrement difficile pour une population de plus en plus importante
- Des prix élevés dans les zones attractives
- Un manque de logements collectifs, locatifs, sociaux, petits, notamment dans les zones rurales
- Une évolution des modes de vie et des besoins

- Produire de l'habitat (rénovation ou construction neuve) de manière à permettre à chacun d'accéder et de se maintenir dans un habitat de qualité, quels que soient ses besoins et ses capacités financières

Habitat attractif et créateur d'emploi

- Un territoire en perte d'attractivité suite aux crises industrielle et agricole
- Un contraste entre l'Est, attractif, et l'Ouest qui souffre de la désertification rurale
- Un départ de nombreux jeunes et un vieillissement de la population qui s'accroît
- Une disparition d'activités économiques, d'emplois
- Un territoire étendu où la mobilité et la communication sont difficiles

- Produire de l'habitat attractif, pour favoriser l'installation de jeunes actifs
- Produire de l'habitat en participant à un développement économique local équilibré (utiliser de manière pertinente les ressources, naturelles et humaines)

Urbanisation maîtrisée

- Des centres-villes et centres-bourgs délaissés qui se dégradent
- Des bâtiments inoccupés
- Un phénomène d'étalement urbain, notamment dans la vallée de la Saône

- Produire de l'habitat qui contribue à un urbanisme durable : maîtriser l'étalement urbain, redynamiser les centralités intermédiaires

Habitat écologique

- Un coût de l'énergie de plus en plus élevé
- Une importante précarité énergétique, un parc relativement ancien
- Une nécessité de limiter l'empreinte écologique de l'habitat (construction et fonctionnement)

- Produire de l'habitat économe en énergie et peu polluant dans toute la durée de son cycle de vie

Des atouts du territoire

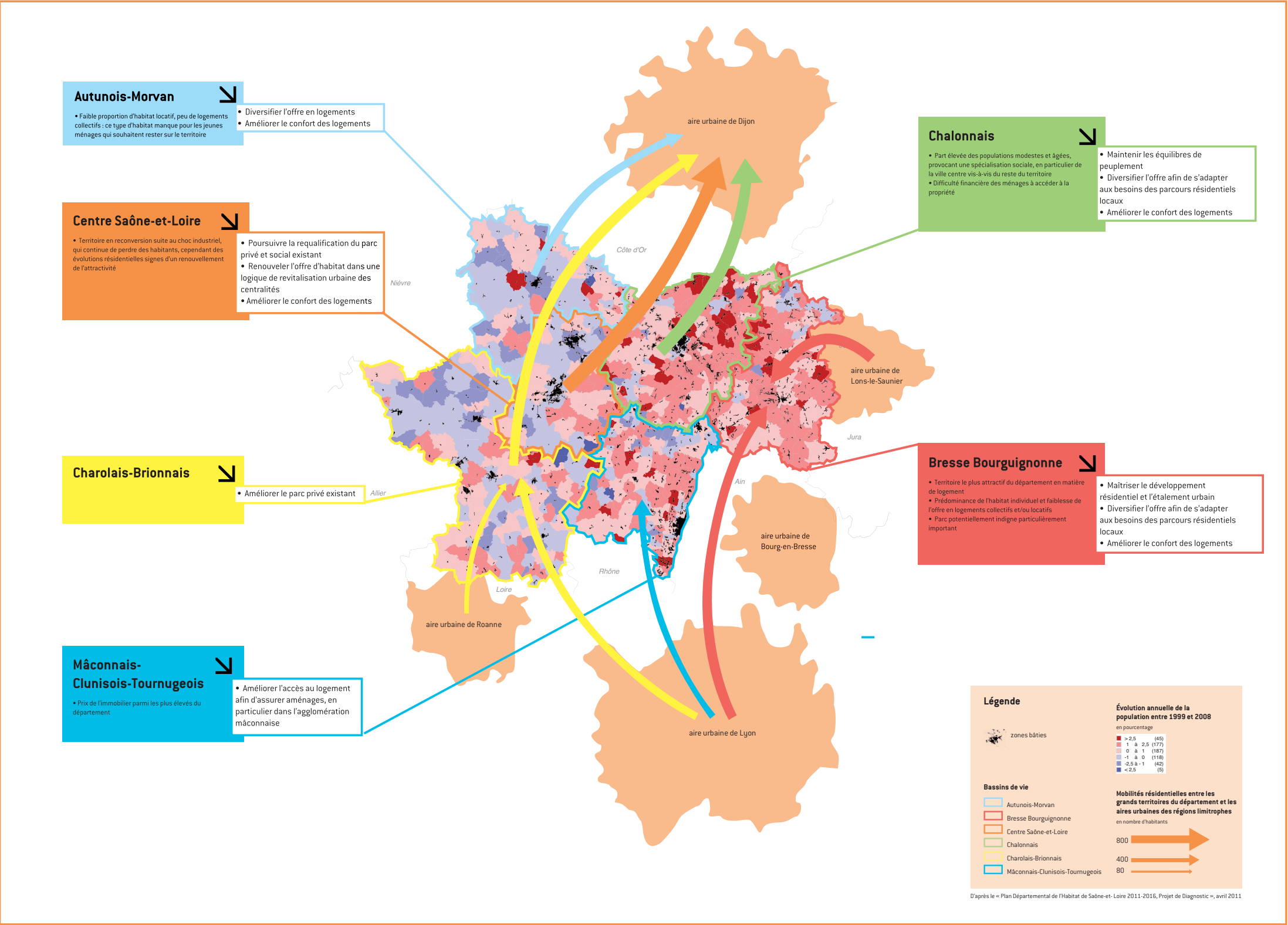
Un cadre de vie attractif

Des paysages ruraux variés et de qualité

Un marché immobilier peu tendu

Une position de carrefour à l'échelle nationale

Des ressources naturelles disponibles



RESSOURCES LOCALES

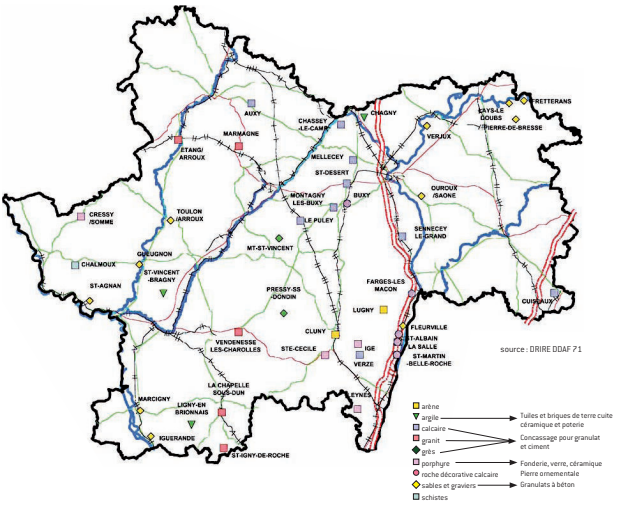
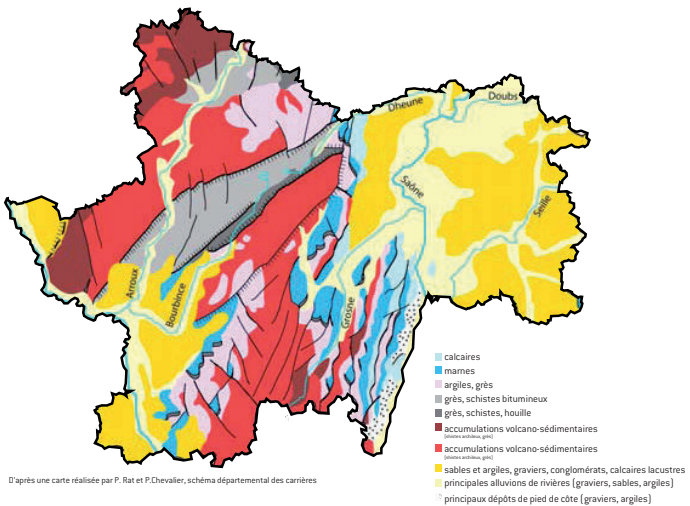
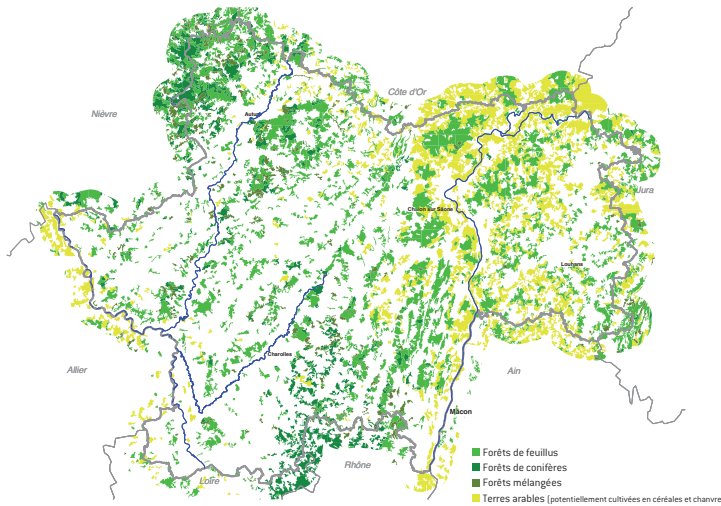
Comment construire avec les matériaux locaux ?



OBJECTIFS

Limiter l'empreinte écologique de la construction sur l'ensemble de son cycle de vie
Favoriser les savoir-faire et les emplois locaux

Pour limiter la consommation d'énergie et le recours aux ressources non renouvelables, pourquoi ne pas utiliser les matériaux qui nous entourent pour construire ?
La Saône-et-Loire dispose d'une filière bois dynamique qui cherche à s'organiser pour utiliser le bois local. La pierre, la terre, la paille, le chanvre ainsi que le recyclage de matériaux de démolition ne pourraient-ils pas jouer aussi un rôle dans l'économie locale ?



DIFFÉRENTS MATÉRIAUX

Bois

La Saône-et-Loire dispose d'une ressource importante, principalement en pin douglas et en chêne. Les bois de qualité secondaire et d'éclaircies pourraient aussi être valorisés. Les savoir-faire à tous les stades de transformation du bois sont représentés sur le territoire. L'enjeu est de promouvoir fortement l'usage de cette ressource, renouvelable et puits de carbone. L'équilibre paysager doit être sauvegardé par une sylviculture adaptée pour ne pas nuire à l'attractivité du territoire.



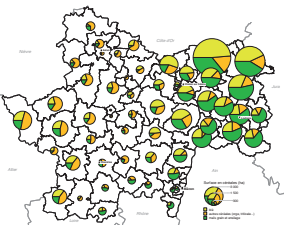
Maison en panneaux bois contrecollés, architectes AZCA



Maison en bois local (douglas du Morvan), architecte J.-B. Barache

Paille

La paille est un excellent isolant. Elle est la plupart du temps utilisée en bottes de paille empilées comme remplissage d'une ossature, mais peut également être utilisée comme élément porteur. Souvent associée à l'autoconstruction, les professionnels disposent aujourd'hui de règles de construction qui leur permettent d'être plus facilement assurés lors de sa mise en œuvre.



La production céréalière est présente surtout à l'Est du département. Une part du surplus pourrait être utilisée pour la construction.



Maison d'un particulier autoconstruite au Nord de l'Ain



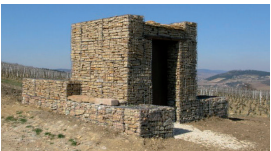
Maison en paille dans une ossature de bois, architecte Werner Schmidt

Pierre

La pierre était traditionnellement très utilisée pour la construction des habitations en Saône-et-Loire. La pierre de Bourgogne est reconnue pour ses caractéristiques de durabilité et d'esthétique. Elle est actuellement utilisée principalement en parement, et souvent dans la gamme du luxe. Elle pourrait à nouveau jouer un rôle aujourd'hui dans l'habitat écoresponsable économique, notamment grâce à sa propriété de masse thermique, intéressante pour le confort d'été. Des architectes contemporains s'intéressent à ce matériau pour construire en pierre massive : gros blocs ou encore gabions.



Villas Vanille à Montpellier, murs de refend en pierre massive, architectes Cusy- Maraval



Construction en gabions à Vergisson



Carrière Masson, à Saint-Martin-Belle-Roche

Terre

Comme un béton naturel, la terre crue est composée de cailloux, graviers, sables, silts et argile. Elle était traditionnellement utilisée pour la construction des habitations dans les vallées de la Saône et de la Loire, avec les techniques du pisé (terre damée dans un coffrage) et du torchis (remplissage d'une ossature bois avec de la terre mélangée à de la paille). Aujourd'hui, elle revient au goût du jour, en particulier grâce aux qualités écologiques (très peu énergivore pour sa mise en œuvre), thermiques (inertie) et esthétiques du pisé. L'enjeu est de concevoir une architecture qui valorise cette matière abondamment présente dans le sol.



Petits logements en pisé, architecte Rick Joy (USA)



Murs de pisé en construction, Romanèche-Thorins

Logements en pisé, l'Isle d'Abeau, architectes Jourda & Perraudin



Photo CRATERRE ENSAS

À L'ÉCHELLE DE LA COMMUNE

Quel urbanisme en zone rurale ?

Quelles sont les priorités ?

Comment développer l'attractivité des communes rurales tout en évitant la détérioration des paysages et des ressources ?

Énergie

Réduire la consommation d'énergie et produire des énergies renouvelables

- Améliorer l'isolation des bâtiments existants, construire neuf moins énergivore
 - Logements réhabilités : basse consommation
 - Logements neufs : basse consommation
 - Ferme isolée : habitat passif

- Utiliser les ressources renouvelables locales pour le chauffage

Ferme isolée : autonomie énergétique (panneaux eau chaude solaire + microéolien)
Toiture photovoltaïque sur la salle des sports



Réseau de chaleur bois-énergie (raccordé à l'hôpital, la mairie et un logement, aux ateliers municipaux, l'école maternelle, la salle des fêtes, la salle des sports, le nouveau quartier)

Microcentrale hydroélectrique sur les éventuels cours d'eau

Foncier - paysages

Mieux gérer le foncier

Pour préserver les espaces agricoles et naturels



Le bocage : une ressource agricole, mais aussi un atout touristique



La forêt : une ressource en bois pour la construction et l'énergie, ainsi qu'un espace pour les loisirs et le tourisme

Vie de village

- Renouer des relations entre les générations

Repenser le rôle des jeunes retraités en valorisant leurs compétences en tant que ressources

Créer de l'habitat intergénérationnel dans les grandes maisons

- Concevoir et gérer de manière participative le cadre de vie

Créer un espace collaboratif (tableau pour s'inscrire au covoiturage, au pédibus, organisation de concertations, de fêtes, etc.)

- Améliorer l'accès aux services



Commerces et services de proximité rassemblés au cœur du bourg, autour de la place du village

Créer des petits commerces multiservices

Créer des commerces et services itinérants

Urbanisation - habitat

Limitier l'étalement urbain et redynamiser les centres-villes et centres-bourgs



- Privilégier la réhabilitation du bâti existant

Dans les hameaux : fermes rénovées

Dans le bourg : maisons de ville rénovées

(bâti continu, le long de la route principale, jardins à l'arrière)

- Densifier les zones bien desservies, où se concentrent déjà habitations et activités

Maison neuve dans une dent creuse

Densification du lotissement

- Penser des extensions urbaines denses, à proximité du centre

Nouveau quartier dense et connecté

avec une mixité de formes urbaines : habitat individuel, groupé, en petit collectif

- Proposer des logements attractifs

Neufs ou rénovés, dans le centre, dans les hameaux ou en périphérie, les logements doivent être économiques, avec les qualités liées à l'imaginaire de l'habitat à la campagne : vues sur le grand paysage, espaces extérieurs privatifs, espace cultivable, intimité vis à vis du voisinage, espaces généreux, pièce pour bricoler, stocker, convivialité, vie de village, proximité des services, etc.

Transport

Imaginer autrement les transports et la mobilité



- Mieux organiser la ville

Construire des logements à moins d'1 km du centre-bourg, de l'école, des commerces pour réduire les déplacements

- Développer la voiture partagée

Aire de covoiturage, d'autopartage rural, de transports en commun « à la demande » et arrêt de bus

- Encourager les déplacements à vélo et à pied

Cheminements piétonniers et cyclistes jusqu'au centre-bourg, Voies vertes

- Développer les TIC

et les couvertures ADSL et téléphonie mobile pour favoriser le télétravail, l'accès aux services à distance

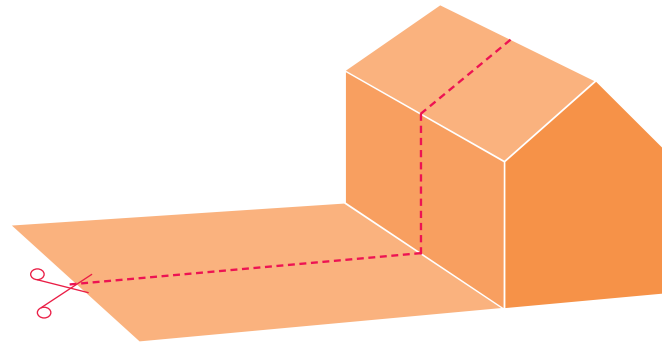
Diviser une parcelle ou un bâtiment



OBJECTIF

Faciliter l'accès à une habitation, moins chère si l'on divise le coût du terrain et/ou du bâti

Pourquoi ne pas diviser un terrain ou une maison inoccupée et trop grande pour y loger plusieurs familles ? Pourquoi ne pas diviser son terrain ou sa maison pour accueillir d'autres familles qui pourront participer aux frais et aux travaux d'entretien ? Certains terrains et maisons sont trop vastes, trop chers et trop difficiles à entretenir pour une seule famille. Beaucoup de logements restent vacants, alors que certains ne trouvent pas de logement adapté à leurs besoins. D'autres souhaiteraient continuer à habiter leur maison, mais n'en ont plus les moyens, physiquement ou financièrement.



EXEMPLES

Maison de ville

Diviser une maison de ville dont les habitants, âgés, n'occupent plus que le rez-de-chaussée



Lotissement

Diviser une parcelle trop vaste pour en vendre une partie ou construire une deuxième habitation



Dessin : projet de recherche BIMBY (<http://bimby.fr>)

Corps de ferme

Partager un bâtiment trop vaste et trop difficile à entretenir pour une seule famille et en faire un petit collectif où chacun a un logement et un jardin privatif



ferme charollaise : corps de bâtiment



ferme bressanne : maisons en bande

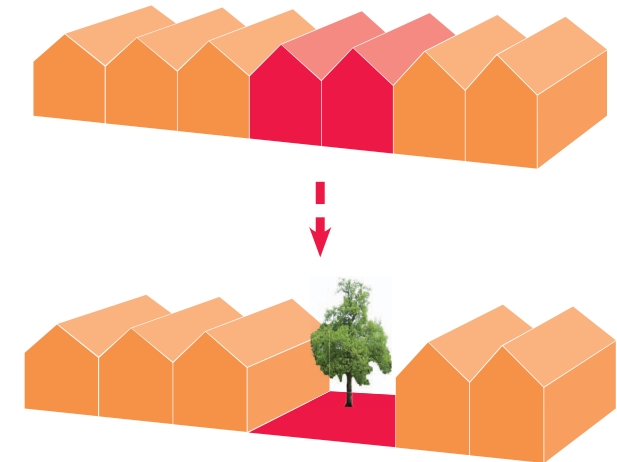
Dédensifier le tissu urbain pour rendre l'habitat plus attractif



OBJECTIF

Rendre plus attractives les habitations de centre-ville ou village en leur apportant plus de lumière et un jardin

Dans les communes où la population a tendance à diminuer et où la question de l'étalement urbain est inexistante, la densification n'a pas toujours de sens, puisque beaucoup de bâtiments sont vacants et les besoins en logements supplémentaires faibles. Dans certains de ces centres au tissu urbain très dense, les habitations manquent d'espaces extérieurs et de lumière. Pourquoi, dans ces communes, ne pas ouvrir le tissu urbain pour offrir de l'espace et de la lumière aux logements existants ? Ceci permettrait de stopper la désertification et la dégradation de ces centres.



En centre-ville

Dans une ouverture, créer un jardin partagé par plusieurs familles du quartier



Photo : projet Diwan, Montreuil, architectes : Graam Architecture

En centre-bourg

Dans une ouverture, créer des jardins pour les habitations attenantes



photomontage

Étendre densément la ville ou le village



OBJECTIF

Construire dense, à proximité du centre afin de créer de nouveaux logements tout en limitant l'étalement urbain et le besoin de transports en voiture

Pour redynamiser les centres-bourgs et centres-villes, les habitations proposées doivent être attractives pour inciter l'installation de jeunes actifs, en offrant les qualités d'un habitat individuel tout en garantissant la proximité des services de centralité urbaine : avec des espaces de vie qui préservent le sentiment d'autonomie et d'intimité, un espace extérieur appropriable dont les usages sont assimilables à la maison individuelle (se détendre au soleil, manger dehors, cultiver quelques tomates).



greffe de bourg



extension de ville

S'insérer dans le tissu urbain



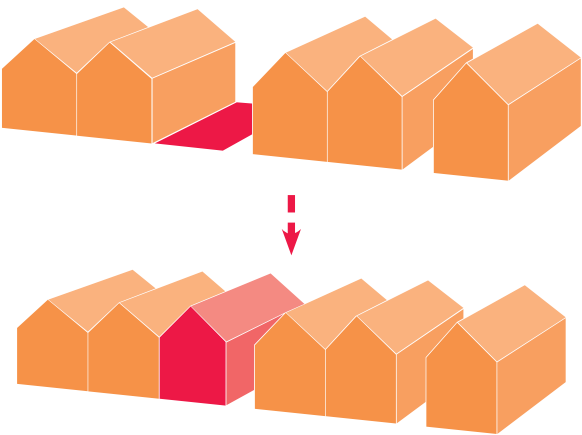
OBJECTIF

Densifier des zones déjà urbanisées et bien desservies pour produire des logements supplémentaires sans étalement urbain

Utiliser le foncier encore disponible en ville ou en centre-bourg (friche, délaissé, dent creuse, terrain privé non-bâti, et même toiture) permet :





- d'offrir des logements proches des commodités du centre
- de limiter l'étalement urbain
- de redynamiser le centre et conserver les services

Les habitations proposées doivent être de qualité pour inciter l'installation de jeunes actifs en ville plutôt qu'en périphérie.


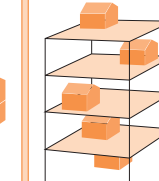




EXEMPLES

Densité horizontale : habitat individuel dense

<p>Maisons individuelles regroupées</p> 	<p>Maisons individuelles jumelées</p> 	<p>Maisons en bandes</p> 	<p>Maison à patio, nappe horizontale</p> 
<p>Maisons regroupées sans mitoyenneté en une organisation plus dense que le lotissement standard</p> <p>L'agencement des maisons peut améliorer l'intimité tout en créant des unités de voisinages conviviales</p>	<p>Maisons mitoyennes deux à deux</p>	<p>Maisons de plain-pied, accolées, disposant d'un accès individualisé</p>	<p>Maisons de plain-pied, organisées autour d'un patio</p>

Densité verticale

<p>Maisons superposées</p> 	<p>Maisons empilées</p> 	<p>Habitat intermédiaire</p>  <p>Forme intermédiaire entre collectif et individuel, ensemble de logements avec mitoyenneté verticale et/ou horizontale ne dépassant pas R+2. Associe des espaces appropriables par les habitants (jardins, terrasses, balcons) et des densités relativement élevées. Les logements bénéficient d'une entrée privative. Espaces collectifs réduits et conçus dans une optique d'économie de charges</p>	<p>Petit collectif</p>  <p>Logements collectifs, organisés en petits immeubles ou petites unités (R+2, R+3) Appartements attractifs s'ils intègrent certaines qualités de la maison : surface, rangements, ensoleillement, appropriation, prolongements (garage, balcons, terrasse, rez de jardin, etc.), intimité</p>
--	--	---	---

Dans un tissu urbain dense (centre-ville, centre-bourg attractif)

<p>Construire une habitation dans une dent creuse</p>   <p>extension de maison dans une dent creuse, architecte : Xavier Fouquet</p>	<p>Se greffer à l'existant pour créer un nouveau logement</p>    <p>Surélévation, architecte : Édouard Boucher</p>	<p>Construire plusieurs logements sur une friche, un terrain délaissé</p>    <p>Quartier construit à l'emplacement de l'ancienne savonnerie d'Heymans, architectes : MDW</p>
--	---	---

Dans un tissu plus lâche (lotissement en périphérie de ville attractive)

<p>Construire un nouveau logement à l'alignement</p>   <p>Photo : projet de recherche BIMBY [http://bimby.fr]</p>	<p>Construire un nouveau logement dans le jardin</p>   <p>Image : projet de recherche BIMBY [http://bimby.fr]</p>	<p>Construire un nouveau logement à l'étage</p>  
---	---	---

Ajouter une deuxième peau



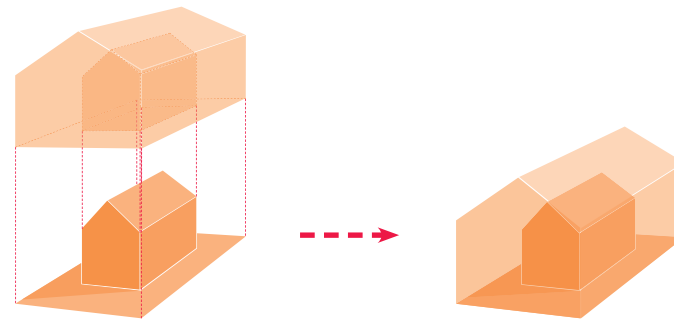
OBJECTIF

Diminuer les charges et améliorer la qualité des logements, en termes de confort thermique, d'espaces, de vue et de lumière

Beaucoup d'habitants sont victimes de « précarité énergétique » et vivent dans des logements inconfortables ou vétustes.

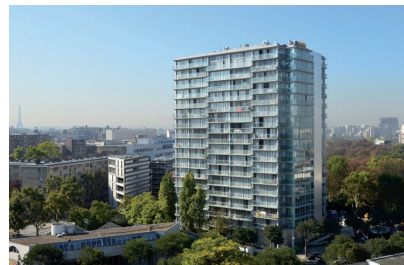
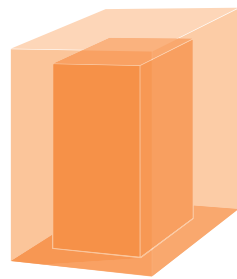
Ajouter une deuxième peau permet une amélioration spatiale : les logements peuvent être agrandis, prolongés par une pièce en plus ou un jardin d'hiver, une loggia. Le remplacement des façades peu ouvertes par de larges baies vitrées permet de les rendre plus lumineuses.

Cela peut également contribuer à une amélioration thermique grâce à une meilleure isolation et à un captage plus important des apports solaires, ce qui implique une réduction des charges pour l'habitant.



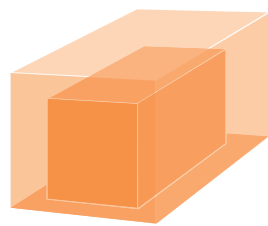
EXEMPLES

Grand immeuble



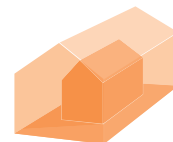
Réhabilitation de la Tour Bois-le-Prêtre, architectes : Lacaton & Vassal

Petit immeuble



Principe « Modulobois », Ateliers Lion, Arbonis Construction

Maison



Transformation d'une maison rurale en Suisse, architectes : Markus Wespi & Jérôme de Meuron

Créer une boîte dans une boîte existante

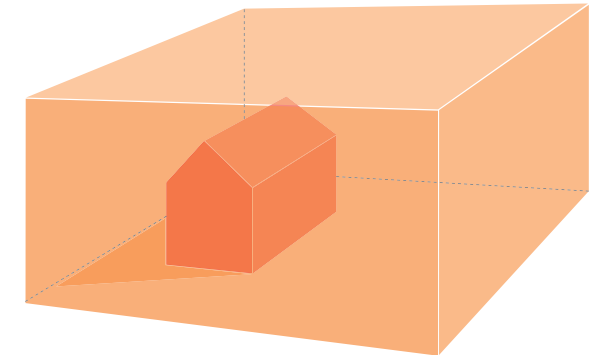


OBJECTIF

Utiliser un bâtiment existant comme enveloppe pour y créer une habitation, plutôt que créer une enveloppe neuve

Beaucoup de bâtiments (granges, hangars, etc.) qui ont nécessité de l'énergie et des matériaux pour leur construction ne sont plus occupés aujourd'hui.

Pourquoi ne pas les utiliser comme enveloppe protectrice et construire des modules habitables « low-cost » et « low-tech » à l'intérieur de ces enveloppes formant un microclimat ?



Halle industrielle



Logements sociaux dans un ancien chais viticole, architecte : Bernard Bühler

Grange



Boîte dans la grange, architecte : Anne Favry



Boîte dans la grange, architectes : Atelier Correia

Hangar



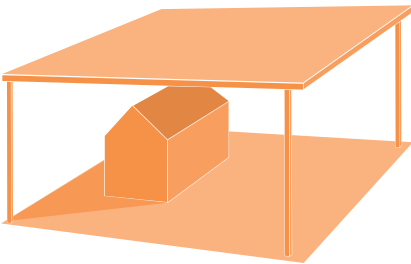
Maison dans un hangar, architectes : Gasté & Bazantay

Construire sous un parapluie très économique

OBJECTIF

Couvrir une grande surface de manière très économique afin d'obtenir une habitation vaste et lumineuse pour le même prix qu'une habitation classique

En construisant un module habitable isolé « sous un parapluie » s'inspirant de structures telles que les serres, les hangars agricoles ou industriels qui couvrent à coût réduit de grands volumes, on crée des espaces interstitiels de qualité, vastes, lumineux, et librement appropriables pour différentes activités. Ces espaces apportent une importante qualité de vie à l'habitat.



EXEMPLES

Parapluie inspiré de bâtiments industriels

Hangar industriel ou bâtiments des zones commerciales

Maison Latapie, architectes : Lacaton & Vassal

Structure de hangar détournée

Maisons sous des hangars

Architecte : Gaudoin et Fave

Architecte : Catherine Rannou

PFE Sébastien Freitas, ENSAG

Serre détournée

PFE Bois-soulier, Chamodot, Cloquet, ENSAG

Logement individuel

Maison sous une serre, architectes : Lacaton & Vassal

Logements individuels groupés

Maisons sous une serre tunnel divisée en plusieurs parties
PFE Bois-soulier, Chamodot, Cloquet, ENSAG

Logements collectifs

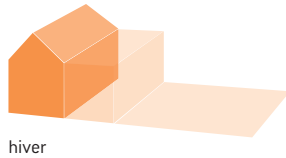
Logements sociaux, Cité Manifeste de Mulhouse, architectes : Lacaton & Vassal

Disposer d'espace « en plus » selon les saisons

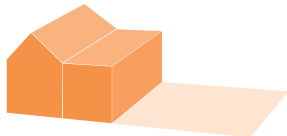
OBJECTIF

Limiter l'espace habitable en hiver au minimum et occuper un grand espace à vivre durant les beaux jours

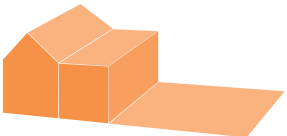
L'espace bien isolé et habitable en hiver coûte cher. Si on limite cet espace au minimum, on peut faire des économies. En contrepartie, toute habitation doit pouvoir bénéficier d'espaces fermés mais non isolés, simplement couverts, ou extérieurs, de qualité. Utilisables une grande partie de l'année, différemment selon les saisons, ces espaces à vivre supplémentaires, plus ou moins vastes et lumineux, peuvent devenir le lieu d'activités très diverses : salle de jeux, atelier, ou encore, véritable salon à l'intersaison.



hiver



mi-saison



été

Jardin d'hiver

Dilater la surface habitable par des espaces entre intérieur et extérieur, comme des jardins d'hiver, des serres bioclimatiques

Maison Latapie, architectes : Lacaton & Vassal

Petit module isolé dans une grande enveloppe

Dilater la surface habitable par les espaces interstitiels entre module isolé et enveloppe

Boîte dans un hangar, architectes : Atelier Correia

Petit habitat isolé et fermé en hiver, largement ouvert sur le jardin l'été

Dilater la surface habitable par des espaces couverts, protégés, entre intérieur et extérieur

Maison de vacances architectes : Barrache & Lamine

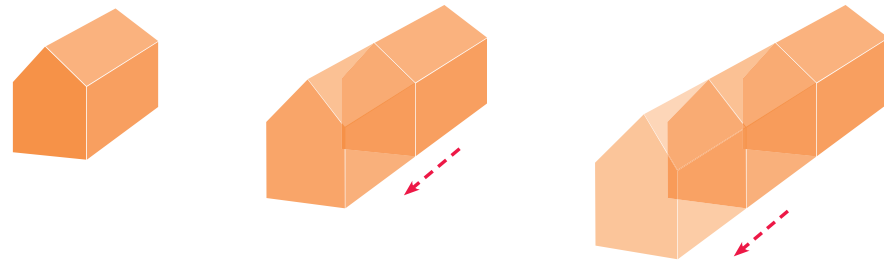
Prévoir l'extensibilité d'un logement minimum



OBJECTIF

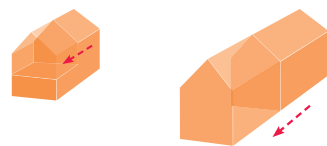
Construire une habitation petite et économique au départ et pouvoir l'agrandir facilement au fur et à mesure des besoins et des moyens

L'aménagement en plusieurs étapes permet de réduire l'investissement au démarrage, d'étaler les dépenses dans le temps, mais également de s'adapter à l'évolution de la famille et de ses besoins. L'habitat de base doit répondre aux nécessités essentielles, tout en formant un espace confortable. Il doit être conçu pour pouvoir évoluer à moindre coût.



EXEMPLES

Agrandir horizontalement (RDC ou étage)



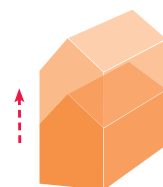
Les logements en rez-de-chaussée sont de plain pied et peuvent s'étendre latéralement en aménageant des trames laissées vides.

Les logements à l'étage peuvent s'agrandir sur deux niveaux dans l'espace laissé entre deux habitations, sur le socle des logements de rez-de-chaussée.



Logements évolutifs au Chili, architectes : Elemental

Agrandir verticalement vers le haut

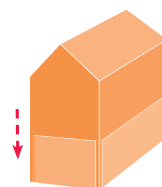


Possibilité d'ajouter des pièces (boîtes en bois) à l'étage



Villas Vanille, architectes : Cusy-Maraval

Agrandir verticalement vers le bas



Possibilité d'ajouter des pièces au rez-de-chaussée, entre les pilotis



Lotissement Coccinelles, architectes : G Studio

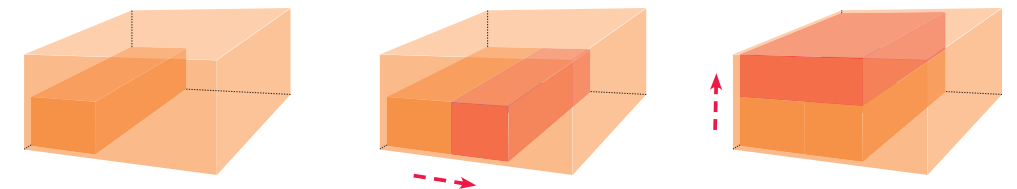
Agrandir dans une grande enveloppe en plusieurs étapes



OBJECTIF

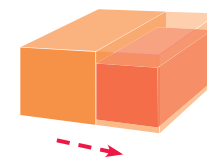
Occuper une petite partie de l'enveloppe totale au départ et pouvoir l'aménager au fur et à mesure des besoins et des moyens

On peut aussi habiter dans un premier temps un logement de base isolé qui n'occupera qu'une partie de l'enveloppe totale. Prévu comme agrandissable en plusieurs étapes, le logement pourra se développer jusqu'à remplir tout le volume. Les espaces non isolés peuvent aussi être utilisés tels quels, comme lieux de stockage, atelier ou salle de jeux.

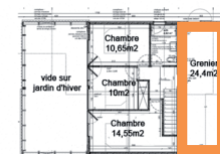


Agrandir dans des pièces vides

Garage, grenier, combles non aménagés, à isoler pour les rendre habitables

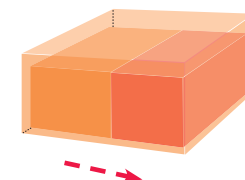


Situés au nord de la maison, le garage au rez-de-chaussée et le grenier à l'étage, pourront dans le futur être isolés pour accueillir des pièces de vie.

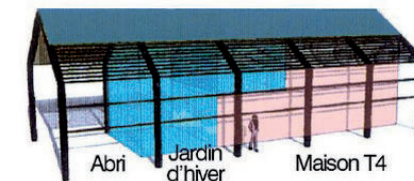


Grand Beauvoir, architectes : Gasté & Bazantay

Agrandir horizontalement

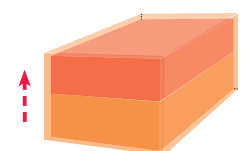


Les portiques déterminent un nombre de travées, un volume habitable « à la demande », librement aménageable. Cette structure autorise des évolutions sans modification, donc à moindre coût. Le jardin d'hiver et l'abri, sur deux niveaux, peuvent accueillir à long terme un studio indépendant, un bureau professionnel, un atelier, des chambres supplémentaires, ou être investis tels quels pour bricoler, jouer, recevoir.



Maison évolutive, architectes : Gaudoin & Morin

Agrandir sur plusieurs niveaux



La cellule d'habitat de base, isolée, occupe le rez-de-chaussée. Des planchers sont déjà en place, prêts à accueillir les extensions.

Les Bogues du Blat, architecte : Patrick Bouchain

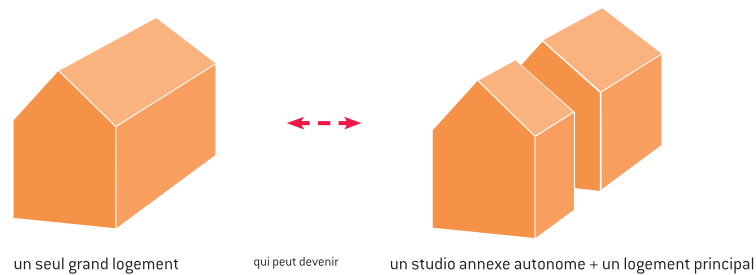
Dissocier /associer deux logements



OBJECTIF

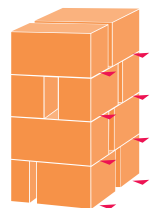
Pouvoir faire évoluer facilement la maison en fonction des moyens et besoins de la famille

Pouvoir facilement diviser un logement en deux, ou au contraire associer deux logements attenants pour en former un seul, permet d'adapter le logement à moindre coût : s'il est devenu trop grand, on peut en louer ou en vendre une partie. Si la famille s'agrandit, on peut rattacher le studio annexe pour avoir des pièces en plus.



EXEMPLES

Appartements dans un immeuble

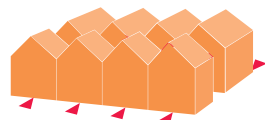


Deux entrées indépendantes dans le même logement pour un accès privatif à chaque partie



Logements couplables intergénérationnels, architecte : R. Spitz

Maisons en bande



Double accès à la parcelle qui permet aux habitants de diviser leur logement



Villas Vanille, architectes : Cusy-Maraval

Maison individuelle



Projet T. Mikulas

Mutualiser des espaces

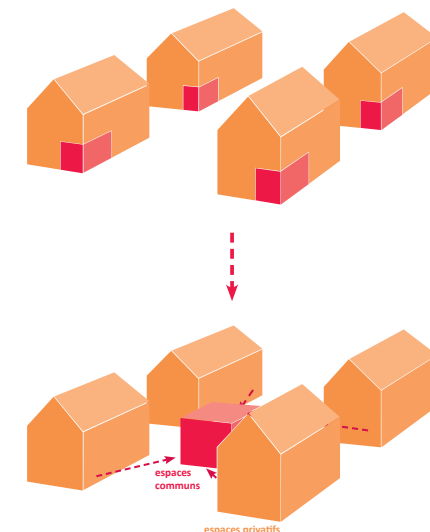


OBJECTIF

Diminuer le coût de l'habitat en mutualisant des espaces et des équipements

Mutualiser des espaces et des équipements plutôt que les multiplier dans chaque logement, permet à la fois de faire des économies et de libérer de l'espace à vivre.

Exemples : buanderie, atelier, parking, chambre d'amis, salle de jeux, bibliothèque, salle des fêtes, potager, chaufferie, système de chauffage ou de production d'énergie, véhicules, etc.



Dans un immeuble



Buanderie-salon commun sur le toit, donnant sur une terrasse commune (on peut discuter entre voisin en attendant sa lessive ou en étendant son linge)

Résidence étudiante avec buanderie-salon commun donnant sur la toiture-terrasse, architecte : N. Seraji



Rez-de-chaussée dédié à des espaces collectifs (salle de jeux pour tous les enfants, salle pour des dîners collectifs, etc.)

Logements prévus pour la colocation : mutualisation de la cuisine, du séjour, de la terrasse, éventuellement de la salle de bains. Pour des logements étudiants par exemple, cela permet d'avoir un plus grand espace de travail, et plus de convivialité au moment des repas, ou des loisirs.



Appartements pour cohabitants architectes : Meili, Peter, Stauffer & Hasler

Dans un îlot ou un quartier



Salle collective ou atelier commun dans un lotissement (permet de recréer de l'espace public)

Salle collective, buanderie ou atelier commun en cœur d'îlot



Maison commune de l'îlot rénové d'Hedebugade dans le quartier de Vesterbro à Copenhague, photo : Nathalie Henri

Garage collectif à l'entrée du quartier



Garages collectifs, lotissement des Courtils à Hédé-Bazouge

Dans un habitat groupé à la ferme

Bibliothèque partagée dans le grenier



Atelier commun dans une grange



Grange-atelier commune dans un habitat groupé à Saint-Pierre-le-Vieux

Préfabriquer



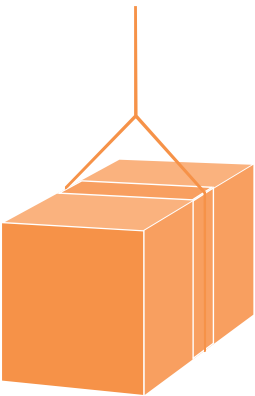
OBJECTIF

Construire plus en atelier pour un chantier sec et rapide

Le principe de la préfabrication est de construire une grande partie du bâtiment en atelier. Les différents éléments préfabriqués sont ensuite transportés et assemblés sur le site, réduisant considérablement le temps de chantier.

- Avantages :
- réduction du travail sur chantier pour plus de travail dans un environnement protégé, propice à la précision et au contrôle de la qualité
 - logistique simplifiée : moins de déplacements des artisans, délais réduits (aléas climatiques), planification plus simple, équipement constamment disponible
 - construction plus rapide : fabrication réalisée en même temps que le terrassement et les fondations, montage et livraison très rapides avec un chantier propre et sec

Il existe différents modes de préfabrication adaptés à plusieurs échelles d'entreprises et à différents degrés d'automatisation : artisanal, automatisé, industriel.



EXEMPLES D'ÉCHELLES D'ÉLÉMENTS PRÉFABRIQUÉS

Petits éléments de construction	Parois à finir	Parois complètes	Modules 3D	Habitation complète
<p>(éléments de plancher, de parois, de structure, etc.)</p>  <p>Maison-meuble, architecte : F. Henno</p>	<p>éléments structuraux (ex : ossature bois, bois massif contrecollé)</p> 	<p>déjà entièrement équipées, avec l'isolant, l'électricité, le bardage intégrés.</p> 	<p>bloc humide par exemple (salle de bain-cuisine) ou plusieurs modules à assembler pour former différents types de logements</p>  <p>Rosa Parks, architectes : agence Tetraac</p>	<p>à finir, ou déjà entièrement finies et meublées en atelier</p>  <p>Su-Si, architectes : J. & O.-L. Kaufmann</p>

Autoconstruire



OBJECTIF

Remplacer une partie de l'apport financier pour l'accès au logement par un apport-travail



Un apport-travail peut remplacer une partie du coût de main d'œuvre des entreprises, qui habituellement représente environ 40 % du coût de construction. L'autoconstruction permet à des familles n'ayant que très peu de moyens pour se loger, de limiter l'apport financier pour la construction du logement.

Il est indispensable d'estimer avec réalisme les capacités des habitants et de prévoir un encadrement par des professionnels de la construction, de prévoir des modes constructifs et matériaux qui permettent à des non initiés de porter et d'assembler les éléments facilement avec des outils simples.

Différents degrés d'implication de l'habitant sont possibles, selon son temps disponible, ses connaissances dans la construction, sa motivation, ses moyens financiers : autofinition, auto-amélioration, auto-réhabilitation, autoconstruction partielle, totale, autoconstruction collective en chantier participatif.



DIFFÉRENTS DISPOSITIFS ARCHITECTURAUX ET SYSTÈMES CONSTRUCTIFS POUR FAVORISER L'AUTOCONSTRUCTION

Logements livrés bruts, prêts à finir	Maison à autoconstruire sous un parapluie	Remplissage d'une ossature primaire	Maison en kit, à monter	Habitation de base à agrandir
<p>Les habitants peuvent réaliser eux-mêmes les finitions, à plus ou moins long terme.</p>  <p>Logements sociaux, architectes : Lacaton & Vassal</p>	<p>Une enveloppe, englobant une ou plusieurs habitations, est montée par des professionnels. Les autoconstructeurs sont ainsi à l'abri des intempéries pour autoconstruire leur habitation.</p>  <p>Logements autoconstruits sous des serres, PFE Bois-Soulier, Chamodot, Cloquet</p>	<p>L'ossature primaire est montée par des professionnels. Les parois peuvent être remplies avec divers matériaux, et finies par les autoconstructeurs, sans risque structurel.</p> 	<p>L'ossature et la charpente peuvent être livrées prêtes à monter avec une notice détaillée, à l'image d'un meuble IKEA. Le système de découpe numérique est tout à fait adapté à ce genre de construction.</p> 	<p>De la même manière que les logements livrés prêts à finir, les habitants peuvent réaliser eux-mêmes les extensions, prévues dans la conception de l'habitation, à plus ou moins long terme.</p>  <p>Logements sociaux évolutifs au Chili, architectes : Elemental</p>

DES EXEMPLES QUI FONCTIONNENT EN SAÔNE-ET-LOIRE

Boîte en bois dans une grange du Morvan



Programme : extension de maison
Architectes : Atelier Correia Architectes et associés
Maître d'ouvrage : Privé
Surface totale habitable : 45 m² SHON
Coût : 80 000 euros TTC
Livraison : 2009 (bâti d'origine 1850)
Durée : études 12 mois / travaux 6 mois

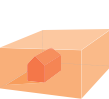


Principe constructif



Préfabriquer

Concept architectural



Créer une boîte dans une boîte existante

Une boîte en bois est créée dans la grange, comme un grand meuble, pour apporter les espaces servants manquants à la maison.



Une extension dans la grange

- Habitation d'origine typique du Morvan : longue, qui se prolonge par des granges, étables et remises
- Extension réalisée dans la grange pour apporter les éléments de confort dont les occupants avaient besoin : salles de bain, buanderie, escalier menant aux combles, sas d'entrée
- Boîte qui vient se loger contre un mur existant et laisse suffisamment de place pour d'autres occupations de la grange



Une boîte-meuble

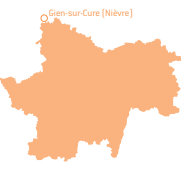
- Boîte en ossature bois, choisie pour sa facilité de montage
- Boîte toute en bois : structure bois, bardage bois contreplaqué, menuiseries intérieures et extérieures bois, sols en tomette ou bois
- Finitions très simples : contreplaqué laissé brut (protégé dans la grange)

Crédit photo : Atelier Correia Architectes et associés - Source : <http://www.ateliercorreia.com/>

Maison sous un hangar en bois



Programme : maison de vacances (mode d'occupation hybride : l'été pour le couple et les enfants, à l'occasion, le week-end pour le père qui travaille au calme)
Architecte : Cyril Brulé, Atelier Correia
Maître d'ouvrage : Privé
Surface totale habitable : 105 m² (surface brute du hangar), dont 30 m² chauffables et confortables toute l'année (module 28 m², sdb 2 m²)
Coût : 87 265 TTC (hors honoraires [10%], lot terras.-assainiss., finit.) - 828 euros/m² utilisable
Livraison : 2009
Durée : études 8 mois / chantier 8 mois



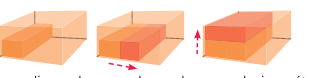
Concepts architecturaux



Construire sous un parapluie très économique



Disposer d'espace « en plus » selon les saisons



Agrandir une dans grande enveloppe en plusieurs étapes

Un hangar agricole est détourné et offre un volume clos et couvert dans lequel s'inscrit un petit module d'habitation isolé et chauffé. Ce module comprend tout le confort nécessaire pour être habitable hiver comme été. Le reste du volume offert par le hangar est laissé libre pour toutes sortes d'activités (salle à manger, séjour, projections vidéo, concerts, jeux, repas) et des aménagements futurs. Ce dispositif permet d'offrir un volume habitable généreux et une évolutivité sans dépasser le budget très serré des maîtres d'ouvrage.



Un hangar agricole détourné de son usage habituel

- Hangar standard en bois qui couvre un grand volume de manière très économique (coût de l'enveloppe de 120 m² avec une hauteur de 5 m au faitage : 25 000 euros)
- Structure en pin douglas massif, bardage sapin du Nord
- Légères modifications pour l'habitat : plaques de polycarbonate en partie haute de la façade sud et pas de bardage en partie basse pour recevoir des baies coulissantes sur la totalité de sa longueur, bardage bois complété par un pare-pluie pour arrêter le vent



Un module isolé et chauffé très économique

- Boîte dans la boîte de surface modeste (28 m²), ouverte sur toute sa face sud avec des baies coulissantes
- Ossature bois, finition brute (panneaux d'OSB contreventants laissés apparents)
- Permet de bénéficier en toute saison d'un espace confortable (monte rapidement en température)



Des espaces interstitiels librement appropriables

- Mode d'occupation qui varie selon les saisons (module isolé : lieu de repli habitable en toute saison, hangar : investi principalement durant l'été)
- Volume en plus généreux et lumineux, (60 m²), appropriable pour toutes sortes d'activités
- Galerie sud bénéficiant des apports solaires passifs
- Espace en mezzanine au-dessus de la boîte (chambre des enfants)
- Configuration qui permet des évolutions (extension du module ou ajout d'un second module)

Réalisation : Mathilde Chamodot & Basile Cloquet
Architectes, doctorants
ENSAG, unité de recherche AE&CC, laboratoire CRAterre-ENSAG
CIFRE avec le Conseil général de Saône-et-Loire, GEFB

juin 2012



école nationale supérieure d'architecture grenoble

Unité de Recherche Architecture Environnement & Culture Constructives

CRAterre

saône-et-loire

Galerie européenne de la forêt et du bois



DES EXEMPLES QUI FONCTIONNENT EN SAÔNE-ET-LOIRE

Habitat groupé autoréhabilité dans une ferme



Programme : réaménagement d'une ferme en habitat groupé pour 4 familles

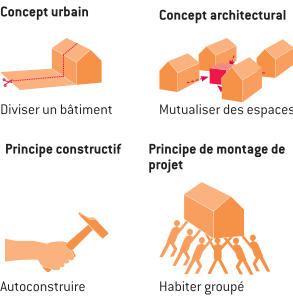
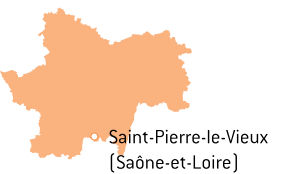
Maîtres d'ouvrage : Privé (collectif) 4 familles (dont une pas encore trouvée)

Surface totale habitable : habitation étudiée : 80 m²

Coût : 180 000 euros pour l'ensemble du terrain construit, entre 30 000 et 35 000 euros de travaux pour la réhabilitation complète d'une des habitations en autoconstruction

Livraison : 2011 (encore en cours)

Durée : 1 an, toujours en cours



Afin de pouvoir accéder à un habitat sans s'endetter trop lourdement, trois familles ont transformé un corps de ferme en lieu d'habitation collectif. L'autoréhabilitation de ces bâtiments a conduit à des travaux très peu onéreux. Habiter groupé permet de faire des économies en terme d'investissement, mais aussi pour le fonctionnement.

Une imbrication d'espaces privés et d'espaces collectifs

- Habitation propre à chaque famille, avec un jardin privatif
- Espaces d'habitation minimums complétés par des espaces collectifs : grange, atelier, buanderie, four à pain, cour, potager, verger, poulailler
- Complexité des deux corps de fermes avec toutes leurs extensions qui offre la possibilité de conserver de l'intimité et de partager dans les parties communes



Habiter grouper en zone rurale

- Partage du coût d'achat du terrain et du bâtiment qui devient alors accessible
- Économie des marges des intermédiaires classiques (promoteurs, etc.)
- Taille des habitations qui correspond aux besoins de chaque famille
- Entretien partagé
- Entraide facilitée en cas d'autoréhabilitation
- Mutualisation de certains espaces qui prennent moins de place dans chaque habitation et réduit le nombre d'équipements à acheter
- Gestion collective et solidarité intergénérationnelle : vie à la campagne facilitée (garde d'enfants, transports, gestion du potager, des animaux), isolement évité qui limite les dépenses de fonctionnement et permet un mode de vie convivial



Autoréhabilitation et autoconstruction

- Autoréhabilitation et autoconstruction pour l'extension en botte de paille avec des chantiers participatifs pour rendre les habitations confortables à coût très faible
- Matériaux locaux et écologiques (bois, paille, terre, chanvre)



Photos : Basile Cloquet

ZAC Saint-Jean-des-Jardins



Programme : 45 logements dont 30 en location et 15 en accession à la propriété, 33 jardins familiaux

Équipe de conception : Architectures Marc Dauber (Architecte mandataire), Isabelle Sénéchal-Chevallier et Éric Auclair Architectes, Kristel Piau Architecte

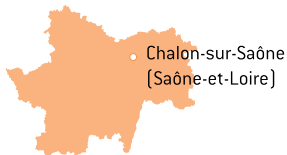
Maîtres d'ouvrage : ville de Chalon-sur-Saône, SCIC Habitat Bourgogne- Champagne, BFCA Promotion

Surface totale habitable : 3 840 m² (SHON locatif : 2973 m² - SHON accession : 1328 m²)

Coût : 4 017 825 € HT (1.394.791,00 € HT pour l'accession - 2.508.030,00 € HT pour le locatif)
Coût au m² hab. : 880 € locatif - 1.142 € accession

Livraison : 2007

Opération lauréate de l'appel à expérimentation Villa Urbaine Durable lancé par le PUCA en 2001



Un quartier à la fois :

- Dense (pour limiter l'étalement urbain)
- Attractif (pour stopper la fuite des habitants du centre-ville vers la périphérie)
- À haute qualité environnementale (pour réduire l'empreinte écologique et diminuer les charges)

Un aménagement urbain en deux parties

- au nord : jardins potagers, espaces de jeux collectifs, parkings et des garages individuels volontairement dissociés des logements
- au sud : habitations sur des petites parcelles (95 à 200 m²) qui s'ouvrent sur un espace public central piéton



Formes urbaines et typologies d'habitat

- Quartier dense (45 logements à l'hectare), alternative à l'empilement des collectifs et l'étalement pavillonnaire
- Diversité des formes urbaines et types de logements pour répondre aux besoins de familles variées et créer une mixité sociale :
 - 32 maisons individuelles denses (jumelées ou en bande)
 - 14 logements en petits collectifs (trois petits immeubles R+2)
 - 12 types de logements du T2 au T5 en locatif et en accession
 - près de 40% de logements sociaux

Quartier écologique

- Logements bioclimatiques : compacts, bien isolés, profitent des apports passifs
- Chauffage collectif au bois
- Gestion de l'eau : récupération des eaux de pluie, porosité des sols
- Déplacements doux privilégiés



Crédit photo : Architectures Marc Dauber, Monsieur et Madame Romier, Éric Bernath, Ville de Chalon-sur-Saône, Jean-Luc Petit - Sources : <http://www.architectures-marcdauber.fr/>, PUCA

DES EXEMPLES QUI FONCTIONNENT EN SAÔNE-ET-LOIRE

Maison du Pot de Fer



Programme : recevoir la famille du maître d'ouvrage et trois chambres d'hôtes destinées à l'accueil de séminaires de l'École des Vins et des Terroirs

Architectes : AZCA (AtelierZéroCarbone Architectes), Marine Jacques-Leflaive et Emmanuel Dupont

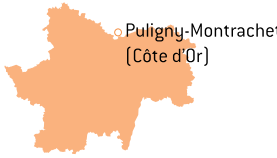
Maître d'ouvrage : Privé (SCI Pot de Fer)

Surface totale habitable : 145 m² SHON

Coût : 350 000 euros, hors honoraires des architectes (environ 20% de plus qu'une maison traditionnelle, mais des coûts d'exploitation quasi nuls)

Livraison : 2011

Durée : études : 10 mois - chantier des entreprises : 10 mois + quelques mois de travaux et finitions en autoconstruction



Cette maison a été réalisée selon 3 principes :

- Bioclimatisme : prise en compte du milieu (environnement, site, climat, orientation) et des modes de vie des occupants
- Passivité : isolation assez importante pour ne pas nécessiter de chauffage (chaleur produite par les habitants et les appareils électroménagers suffisante)
- Autonomie : production de toute l'énergie nécessaire pour l'eau chaude et l'électricité

Concept architectural



Dissocier / associer 2 logements

Concept thermique

Autonomie énergétique

Principes constructifs



Préfabriquer



Autoconstruire



Une organisation spatiale bioclimatique

- Objectif : atteindre une sobriété énergétique
- Articulation en 3 volumes simples avec chacun une entrée indépendante :
 - Orientation nord-sud des 2 principaux, qui accueillent les pièces de vie, à peine ponctués de petites ouvertures au nord, largement vitrés côté sud pour profiter de la vue, des apports solaires et de la lumière naturelle
 - 3^e bloc, qui abrite une chambre et un local technique, orienté est-ouest

Des matériaux et un système constructif simples et thermiquement efficaces

- Ensemble du système constructif (sols, murs et toitures) en panneaux d'épicéa massif contrecollé croisé préfabriqués et découpés en usine, montés en 5 jours
 - Isolation par l'extérieur en panneaux de fibre de bois denses
- Façade sud : grandes verrières à double vitrage / côtés nord, est et ouest : petites ouvertures dotées de triple vitrage
 - Bardage, menuiseries extérieures en bois
- Aménagement intérieur en matériaux non modifiés chimiquement (cloisons en ossatures bois et plaques de Fermacell, mur courbe en briques accumulateur et de réfracteur de chaleur derrière le poêle, au sol, carreaux en pierre de Chassagne qui augmentent la masse thermique de l'édifice, à l'étage, plancher simplement recouvert de tatamis en paille de riz, menuiseries en bois)



Credit photos : AtelierZéroCarbone Architectes, J.-L. Bernuy - Sources : AtelierZéroCarbone Architectes ; Pot de Fer, maison passive et autonome au coeur du vignoble bourguignon, Les Cahiers techniques du bâtiment n°310, novembre 2011

Réalisation : Mathilde Chamodot & Basile Cloquet
Architectes, doctorants
ENSAG, unité de recherche AE&CC, laboratoire CRAterre-ENSAG
CIFRE avec le Conseil général de Saône-et-Loire, GEFB

juin 2012

Maison dans le pré



Programme : maison de week-ends et de vacances pour une famille parisienne avec 5 enfants (dont deux adultes présents par intermittence)

Architectes : Jean-Baptiste Barache et Sihem Lamine

Maître d'ouvrage : Privé

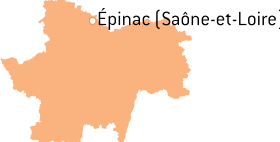
Surface chauffée : 82 m² SHON + 45 m² extérieurs (coursive)

Coût : 135000 euros TTC hors terrain (1527 euros/m² de surface chauffée - 986 euros/m² de surface utilisable) + autoconstruction isolation et plomberie

Livraison : 2007

Durée : études : 6 mois, chantier : 5 mois + autoconstruction

1^{er} prix Salon Maison bois 2008 - 1^{er} prix des Lauriers de la construction bois 2009



Le volume, l'organisation spatiale et le système constructif de cette maison allient grande simplicité, économie et flexibilité. Elle offre un mode de vie en lien avec les saisons : l'espace chauffé est fermé et réduit en hiver, et complètement ouvert sur le jardin en été.

Concept architectural



hiver

mi-saison

été

Habiter avec les saisons et disposer d'espaces « en plus »

Principe constructif



Autoconstruire

Une enveloppe mobile qui s'adapte selon les saisons

- Ouverture libre sur les 4 façades, degré d'ouverture, transparence, et relation à l'extérieur réglables à volonté, au fil des heures et des saisons
- Enveloppe constituée de châssis coulissants dotés de panneaux de polycarbonate opalins ou transparents (isolants et légers pour une manipulation aisée)



Une organisation spatiale sobre et flexible

- Espaces sobres et modulables
- Impression d'espace vaste malgré les surfaces en réalité modérées (séjour 34 m², espace nuit 37 m², chambre indépendante 11 m²)
- 5 travées occupées par différentes fonctions : 2 trames réservées au séjour, la 3^e accueille les pièces humides, la 4^e, laissée ouverte, partage le niveau principal en deux, la dernière, indépendante, est une chambre réservée aux grands enfants ; étage attribué à l'espace nuit
- Aménagement intérieur dépouillé et économique

Un système constructif simple, des matériaux locaux

- Charpente simple et optimale, constituée de 6 fermes qui portent le plateau bas, le plancher de l'étage et le toit, portées par des refends qui la contreventent transversalement
- Charpente qui rythme les façades, cadre le regard et oriente les espaces, devient l'expression de la maison
- Pour rester dans le budget, réalisation de la plomberie et de l'isolation en autoconstruction
- Ensemble de la charpente, des planchers et des paillasses en douglas coupé à moins de 200 kms du site
- Panneaux d'OSB qui assument un rôle structurel en contreventement transversal de charpente et sont utilisés pour l'enveloppe intérieure et une partie de l'aménagement
- Châssis coulissants en mélèze



Credit photo : Jean-Baptiste Barache - Sources : D. Darmon, Archi pas chère : 20 maisons bois, Ouest-France, 2009 ; D. Namias, Épure japonaise en terre Bourguignonne, maison à Épinac, Saône-et-Loire, D'Architectures n°192, Juin-juillet 2010





La recherche action et l'expérimentation

Ce sont les deux moyens choisis par le Conseil général 71 et l'ENSAG pour développer et construire un prototype d'habitat économique et écologique adapté au contexte Saône-et-Lorien, ses savoir-faire, ses ressources en matériaux.

« Voilà un projet formidable ! [...] Un prototype d'habitat éco-responsable sera construit sur le site de la Galerie Européenne de la Forêt et du Bois à Dompierre les Ormes. Élaborée avec des matériaux du cru, cette maison du futur est économe en énergie et facile à construire, donc accessible au plus grand nombre ! Grâce à notre partenariat avec l'École Nationale Supérieure d'Architecture de Grenoble, nous

sommes en train d'imaginer avec le concours d'architectes, d'ingénieurs et d'étudiants ce que sera l'habitat de demain. [...] Nous savons aussi que cette collaboration n'aura de sens que si elle entraîne, dans son sillage, les professionnels de la construction, comme les architectes, les artisans mais aussi les bailleurs sociaux, les confédérations et syndicats du bâtiment, qui doivent tout à la fois retrouver des pratiques locales ancestrales car non polluantes et acquérir des techniques contemporaines fondées sur le respect de l'environnement. [...] L'expérimentation, que nous allons mener, doit prouver aux Saône-et-Loriens que les logements écologiques sont faits pour tous. En pleine période de récession économique, la question du coût est primordiale. Alors, nous allons montrer que l'écoconstruction n'est pas destinée à l'élite, mais qu'elle concerne ceux qui ont des revenus modestes. Car un habitat écoconstruit utilise des énergies renouvelables. Il consomme moins d'électricité et, mieux encore, souvent

il en produit. Il sait tirer parti du soleil pour sa chaleur et sa luminosité. Mieux isolé, il réclame moins de chauffage. Il utilise des matériaux qui existent dans notre département, comme le bois, la terre, la pierre ou le fer, diminuant ainsi considérablement les coûts liés à leur acheminement. Il sera demain une pièce maîtresse de nos dispositifs de solidarité. De l'intelligence et du concret, tels sont nos deux mots d'ordre pour écoconstruire ! Allons-y ! »

Arnaud Montebourg,
Président du Conseil Général,
Député de Saône-et-Loire,
le journal du Conseil Général de Saône et Loire, N°4

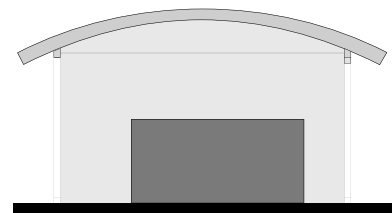


d'
de école nationale supérieure architecture grenoble

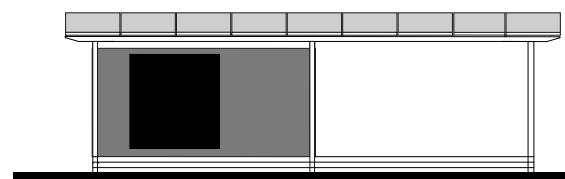


OUTsiders

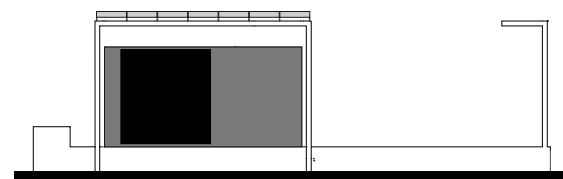
Ce projet lauréat d'un concours, organisé en automne 2008 à Paris par la Cité de l'Architecture et du Patrimoine et la commissaire de l'exposition « Habiter écologique » Dominique Gauzin-Müller, est repéré par le Conseil Général 71. Le CG71 a vu là une opportunité pour son territoire et a souhaité accueillir le prototype OUTsiders, repensé pour être construit avec les ressources locales. Deux des jeunes architectes concepteurs d'origine, Léa Dillard et Vincent Robin, ont profité de leur stage HMONP pour venir travailler sur la réinterprétation du projet en Saône-et-Loire. Ce projet a fait l'objet d'un permis de construire et d'un appel d'offres public classique. Il s'est finalement avéré trop onéreux. Les nouveaux usages formulés dans ce projet : habiter plus avec les saisons, vivre plus dehors, ont été conservés dans le nouveau projet qui intègre les corrections constatées lors de cette première expérience.



coupe sur le prototype OUTsiders



coupe sur le prototype Armadillo Box INES



coupe sur le prototype Armadillo Box Madrid



Armadillo Box 71

Ce projet de prototype s'appuie sur deux expériences acquises par l'équipe AE&CC de l'ENSAG.

	Noyau technique	— «Core»*
	Volumes chauffés isolés	— «Skin»*
	Volumes non-isolés de type serre	— «Shell»*
	Surface de captage d'énergie solaire	

*core, skin, shell : coeur technique, peau isolante, enveloppe caprice

Objectif

Construire un prototype d'habitat économique qui doit :

- permettre d'expérimenter d'autres manières d'habiter et de produire de l'habitat social économe en énergie ;
- participer à la dynamique de mise en place d'une filière construction éco-responsable¹ en Saône-et-Loire.

Acteurs et public ciblés

Artisans, architectes, ingénieurs, professionnels du bâtiment et du logement social d'aujourd'hui et de demain (étudiants/apprentis), et grand public (vocation de la GEFB : diffusion des connaissances sur le bois et l'habitat éco-responsable¹).

Des espaces diversifiés

Pour un logement de deux personnes :

70 m² intérieur

48 m² jardin d'hiver

L'implantation de plain-pied du projet facilite l'accessibilité aux personnes à mobilité réduite. L'extensibilité des espaces accompagnera l'évolution du ménage (de deux à trois voire quatre personnes) pour mieux répondre aux besoins.

Des professionnels locaux impliqués dès la conception du projet, représentants de la CAPEB 71, de la Chambre de métiers et de l'Artisanat et de la filière bois 71.

Un choix de matériaux locaux, le bois en particulier (douglas et chêne), qui met en valeur les ressources et savoir-faire de la Saône-et-Loire.

Des détails techniques éprouvés lors de la compétition mondiale d'habitat solaire «Solar Decathlon Europe Madrid 2010» (www.solardecathlon.fr)

Deux jeunes architectes, Cédric Gaillard et Maxime Bonnevie, en stage HMONP, encadrés par Nicolas Dubus, enseignant à l'ENSAG et fondateur de l'agence d'architecture Equilibre, mettent au point le prototype et suivent la réalisation. Tous trois ont acquis une solide expérience de la gestion de chantier avec le Solar Decathlon 2010 auquel ils ont participé.

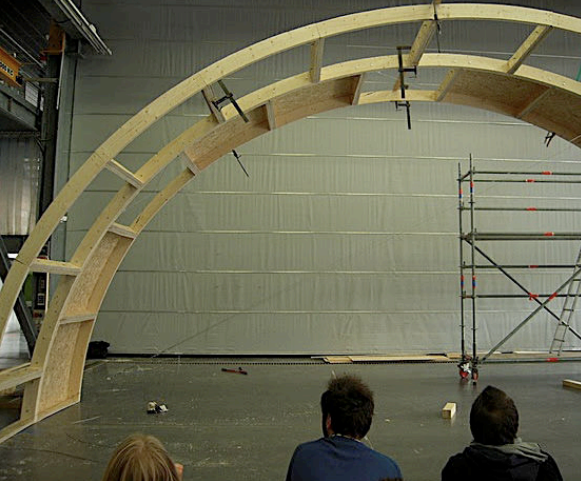
1. « L'habitat éco-responsable est fondé sur un équilibre entre l'homme et son environnement, entre la tradition et la modernité, entre le low-tech et le high-tech. La démarche qui y mène n'est pas une nouvelle contrainte ajoutée à beaucoup d'autres, mais un état d'esprit qui recentre les champs du possible, dans un souci de sobriété. Elle fait appel à la créativité et à la mise en commun des compétences dans un esprit d'ouverture. » Dominique Gauzin-Müller, Dossier de partenariat. Exposition pour un habitat éco-responsable. Cité de l'Architecture et du Patrimoine



Prototype Armadillo Box à l'INES, livré en juin 2010



Prototype Armadillo Box à Madrid, juin 2010



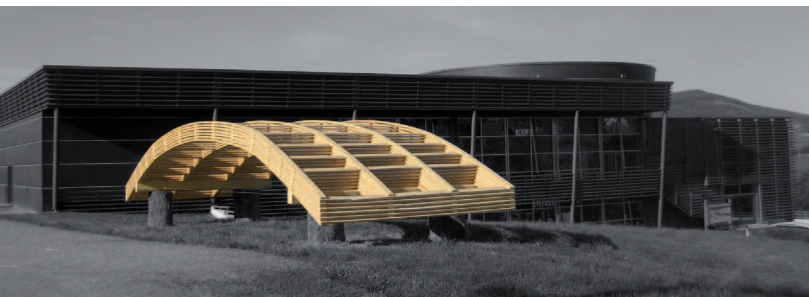
Essais de charpentes aux Grands Ateliers de l'Isle d'Abeau



octobre 2010



Module d'enseignement «Acier» aux Grands Ateliers de l'Isle d'Abeau, construction d'un prototype du gabarit d'Armadillo Box 71 décembre 2010



Prototype de charpente à la Galerie Européenne de la Forêt et du Bois



Cette charpente a été testée au mois d'avril 2009 aux Grands Ateliers de l'Isle d'Abeau. Cette expérimentation a pris la forme d'un prototype à échelle 1 d'une tranche de charpente.

Deux thèses portant sur l'habitat écoresponsable sont en cours au sein du Conseil Général 71. Elles cherchent à répondre avec des problématiques croisées à la question suivante : Comment produire de nouvelles formes d'habitat économique en Saône-et-Loire qui utilisent les ressources et les savoir-faire locaux et privilégient un développement local en parallèle avec une volonté affirmée d'économies d'énergie ?

Le prototype comme moyen de co-construire l'innovation

Les contraintes liées au logement à bas coût peuvent freiner l'innovation ou au contraire la provoquer. La possibilité de réaliser un prototype d'habitat dans un lieu public offre l'avantage de créer un contexte de débats et

d'échanges d'informations, d'idées et d'expériences entre les différents acteurs de la construction : maîtres d'ouvrage, artisans, industriels, maîtres d'œuvre, élus, ingénieurs, urbanistes, bailleurs... mais aussi habitants. La synergie de tous ces professionnels pour la mise au point d'un habitat éco-responsable pourrait être le départ d'un développement local de la filière construction Saône et loirienne. Par sa participation, chacun pourra apporter sa contribution à une recherche prospective concernant l'inévitable évolution vers une conception écologique de l'habitat. Parmi les pistes à explorer pour rendre l'habitat économique, l'auto-construction et l'auto-finition assistées apparaissent comme une manière de réduire les coûts de main d'œuvre et donc le coût global du logement. Le rôle des artisans est capital dans la réalisation d'un bâtiment en partie auto-construit. Leur encadrement, la transmission de leur savoir-

Un projet qui s'inscrit dans la dynamique du partenariat ENSAG-CG71

Cette dynamique, lancée depuis janvier 2009 avec la convention signée entre le CG71 et l'ENSAG, s'est traduite par plusieurs actions :

- un cycle de conférences tous les premiers jeudis du mois (déjà 14 conférences sur le thème habitat éco-responsable, qui ont un réel succès et font venir, chaque mois, différents acteurs de la construction intéressés par le sujet : architectes, artisans, professionnels de la filière bois, élus, bailleurs sociaux...)
- la création du Club d'entreprises (46 inscrits dont une partie suit activement l'avancée du projet) ;
- un partenariat avec la CAPEB 71 et la Chambre de métiers et de l'artisanat 71 ;
- un travail de recherche des deux architectes doctorants en contrat CIFRE sur de nouvelles formes d'habitat éco-responsable pour la Saône-et-Loire (qui a déjà donné lieu à une exposition et une conférence sur la filière bois locale) ;
- plusieurs expositions des projets des étudiants de l'ENSAG ;
- Deux expositions et des ateliers sur l'architecture de terre crue ;
- la mise en place d'un centre de documentation à la GEFB.



faire, leur expertise et leurs conseils sont nécessaires pour une construction de qualité. Les entreprises pourront gagner en expérience et s'ancrer sur un territoire rural qui ne demande qu'à placer l'écologie à la hauteur de son paysage et de ses modes de vie. Les laboratoires de recherche des universités comme le laboratoire « LABOMAP » de l'ENSAM et l'unité de recherche « Architecture, Environnement et Cultures Constructives » de l'ENSAG apporteront leurs compétences en matière d'innovation technique, constructive et architecturale et pourront eux-aussi tirer les leçons des résultats de l'expérimentation.

M. Chamodot et B. Cloquet, doctorants CG71 / AE&CC-ENSAG



École Nationale Supérieure d'Architecture de Grenoble (ENSAG)



Les Grands Ateliers de l'Isle d'Abeau, un outil pédagogique pour un enseignement de l'architecture par l'expérimentation



La Galerie Européenne de la Forêt et du Bois (GEFB), lieu de diffusion et d'information sur le bois et site d'accueil du prototype.

Des professionnels du développement durable et des matériaux locaux et des partenaires institutionnels dans le domaine de la recherche sur les énergies renouvelables et le bâtiment :

« Architecture Environnement & Cultures Constructives », ENSAG :

- Directeur du master A E & CC : P. Rollet, architecte, professeur
- Architectes : P.Doat, N.Dubus, H.Guillaud, P.Garnier, J-M.Le Tiec, S.Freitas
- Ingénieur éco-conception : T. Jusselme
- Ingénieur mécanique-structure : O. Baverel
- Spécialiste habitat social : A-M. Bardagot, ethnologue
- Urbaniste : S. Sadoux
- Spécialistes terre : H. Houben, L. Fontaine, R. Anger, G. Paccoud
- Spécialistes bois : J. Anglade, B. Marielle
- Informatique : W. Simone
- Administration ENSAG : J-M. Knop, H. Casalta
- Doctorants ENSAG-CG71 : M. Chamodot, B. Cloquet
- Jeunes architectes en formation HMONP : C. Gaillard, M.Bonnevie

Les partenaires de la recherche « sous le soleil... exactement ! » :

- Institut National de l'Énergie Solaire (INES)
- Les Grands Ateliers de l'Isle d'Abeau (GAIA)
- Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB)
- Centre Arts et Métiers Paristech Cluny (ENSAM)
 - Étudiant ingénieur ENSAM : Lucas Molinari

L'équipe du Conseil général de Saône et Loire :

- P. Martinerie, Vice-président du Conseil Général
- B. Vallaud, Directeur général des services
- P. Salomon, Directeur général Adjoint à l'Aménagement et Développement Durable
- J. Boullier, Directeur à l'Aménagement durable des Territoires et de l'Environnement
- Galerie Européenne de la Forêt et du Bois
- H. Boniau, Directeur
- S. Brubach, F. Paquelier, C. Rondet

L'équipe d'artisans de Saône et Loire :

- C. Bonniel - Plombier Chauffagiste aménagement d'intérieur, Commission développement durable CAPEB-71
- M. Chiffot - Electricien à Saint Pierre de Varennes, SARL AETEL, Président de la CMA71
- P. Mejean - Charpentier menuisier à Saint Gengoux le national, CMM Commission développement durable CAPEB-71
- S. Sivignon - Charpentier menuisier à Saint Gengoux le national, CMM
- P. Auray - Charpentier à Dompierre les Ormes, SARL AURAY FRERES
- P. Collot - Charpentier menuisier à Saint Martin la patrouille
- P. Covre - Charpentier menuisier à Chagny, COVRE Charpente

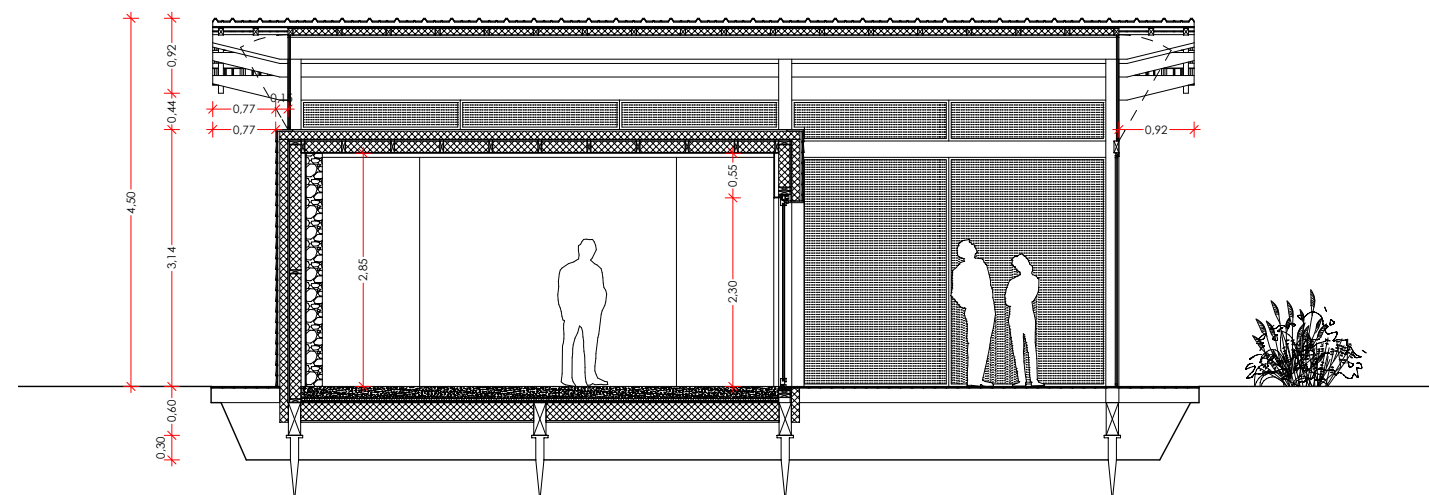
SOUS LE SOLEIL... EXACTEMENT

Un projet intégré dans un programme de recherche transversal

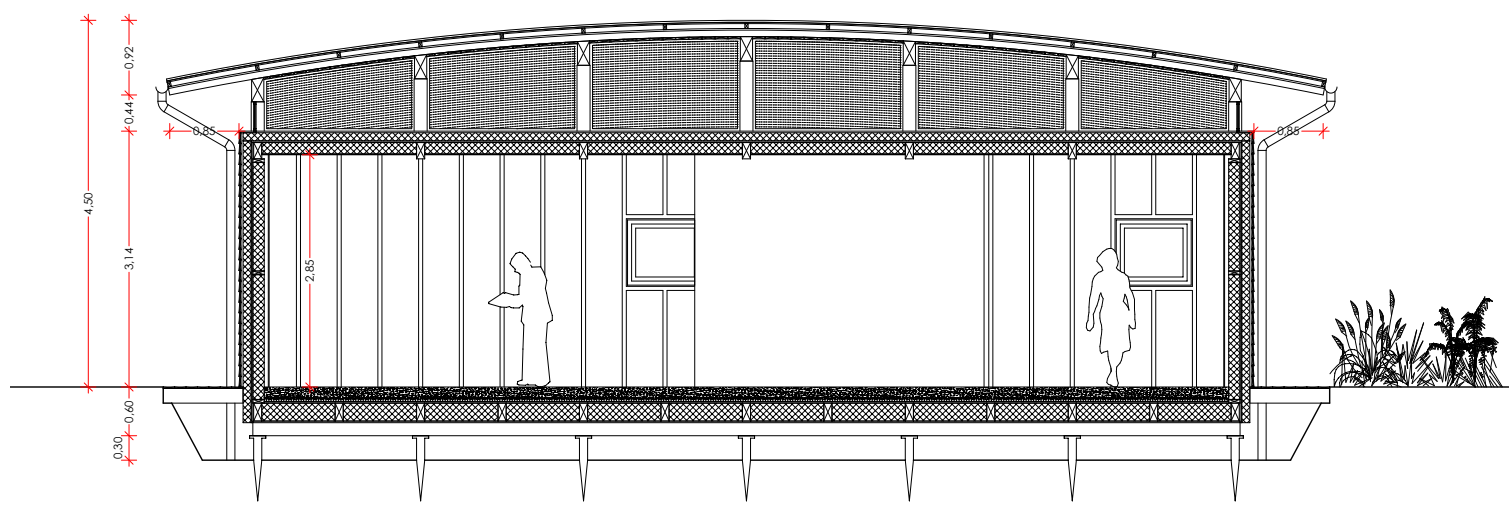
Le programme de recherche « Sous le soleil... exactement ! » associe architectes, ingénieurs urbanistes et ethnologue pour répondre au défi de l'habitat éco-responsable du futur. Il a pour objectif d'explorer les pistes possibles en matière d'habitat, d'organisation urbaine et d'aménagement du territoire afin de créer un environnement durable dans un contexte donné. Toutes les échelles de travail de structuration de l'espace sont questionnées : du territoire à la parcelle, de la ville au logement, de l'équipement au mobilier. Tous les types d'habitat sont envisagés, de l'immeuble collectif à la maison individuelle, de l'habitat intermédiaire à la nanotour. Toutes les temporalités de l'habiter sont prises en compte, du déplacement au déménagement, des saisons aux événements climatiques exceptionnels. Tous les aspects de l'éco-responsabilité sont explorés, des matériaux au fonctionnement des espaces à vivre. La recherche est développée sous la forme d'avant projets conçus par les élèves architectes dont certains sont testés sous forme de prototypes à échelle 1 construits aux Grands Ateliers de l'Isle d'Abeau. L'objectif de cette pédagogie par l'expérimentation est d'arriver à effectuer une synthèse dans un esprit d'économie et de former des architectes et des ingénieurs capables de travailler ensemble pour concevoir des modèles d'habitat adaptés à différentes situations.



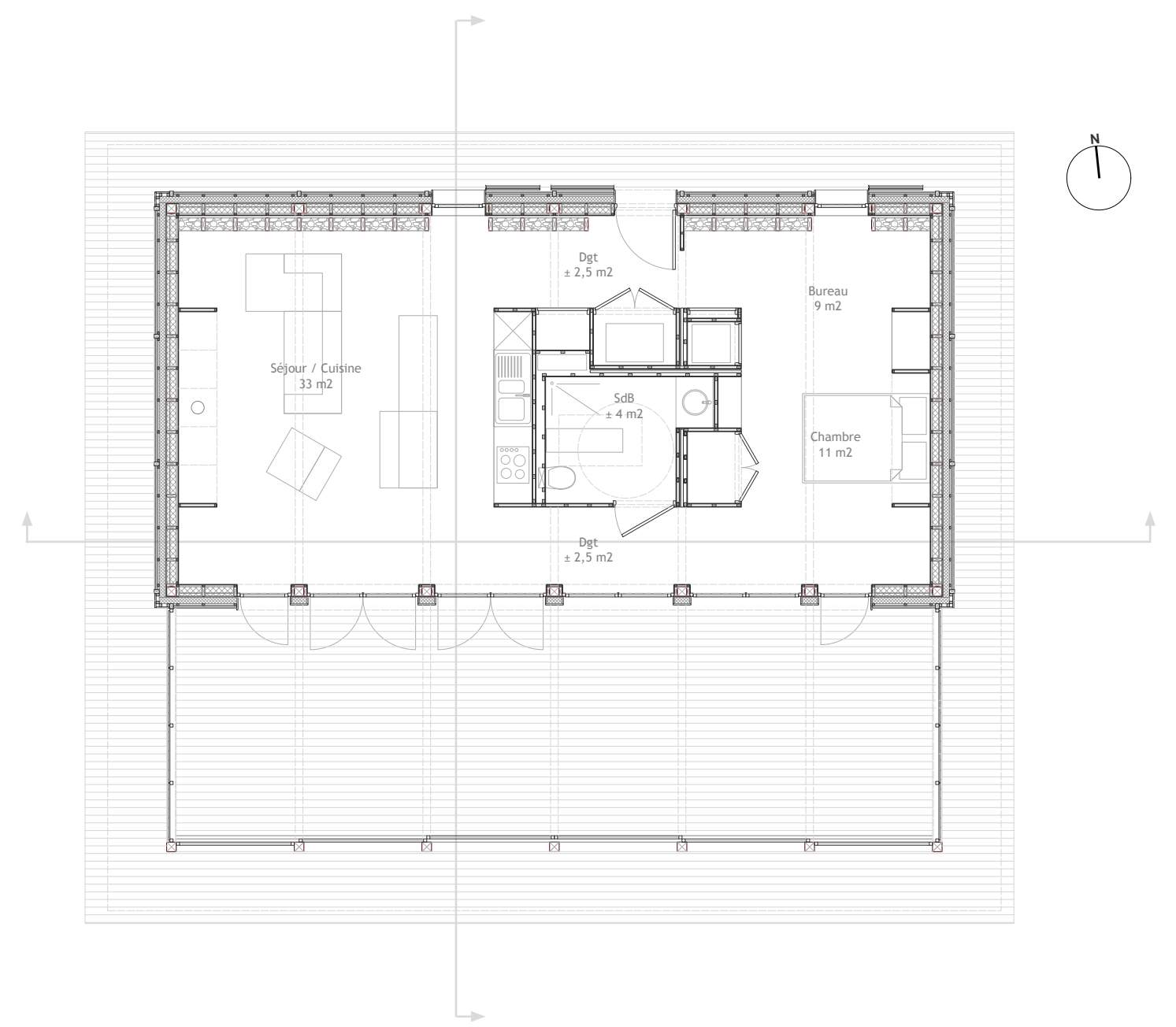
prototype Armadillo Box 71
Saône-et-Loire



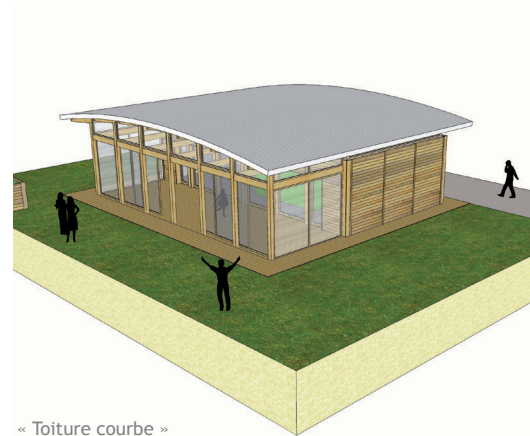
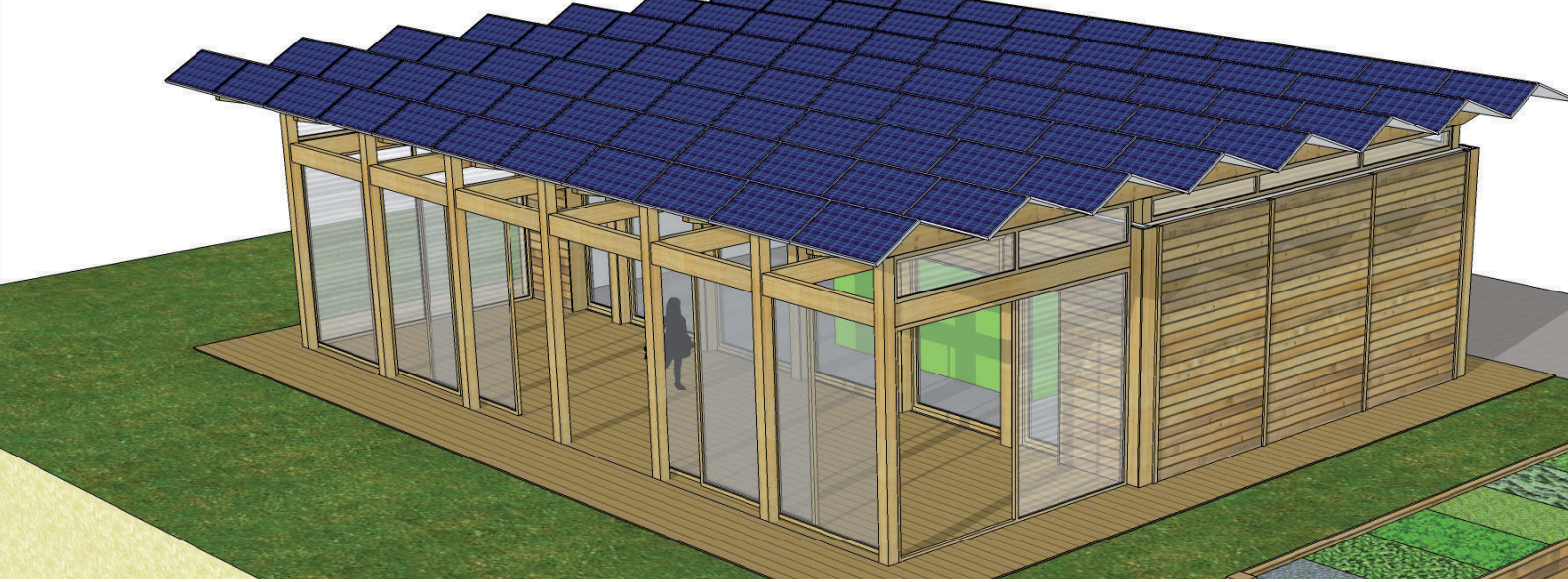
Coupe Nord-Sud



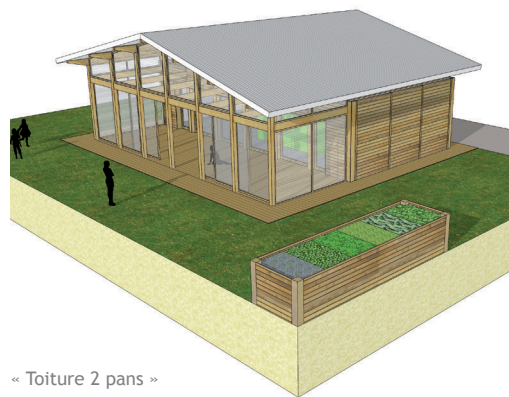
Coupe Est-Ouest



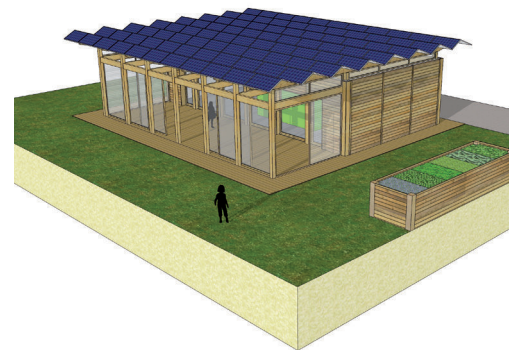
Plan



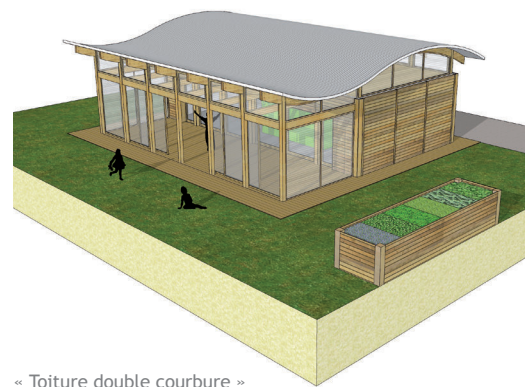
« Toiture courbe »



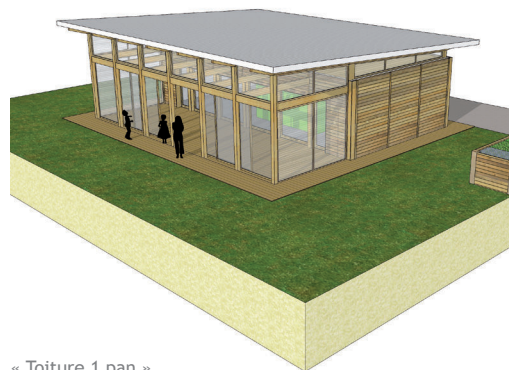
« Toiture 2 pans »



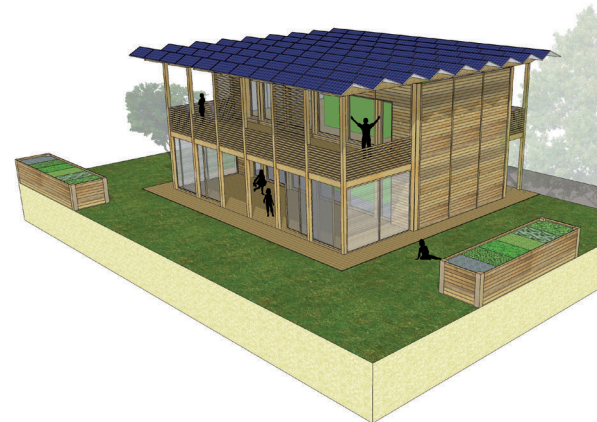
Perspectives Sud



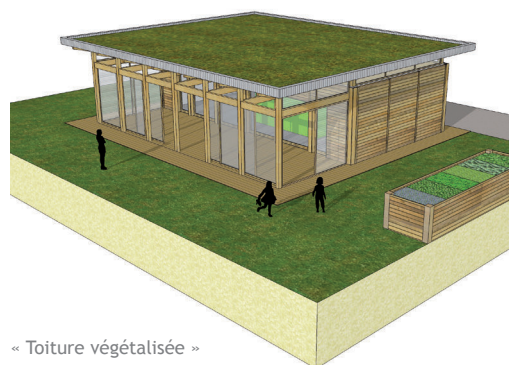
« Toiture double courbure »



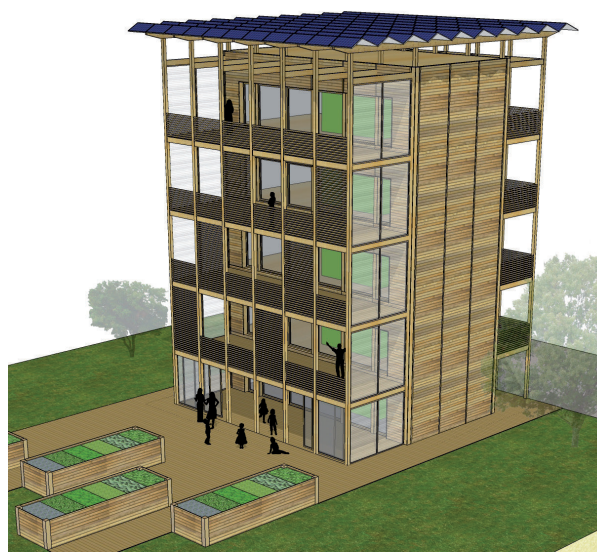
« Toiture 1 pan »



« Petit collectif »



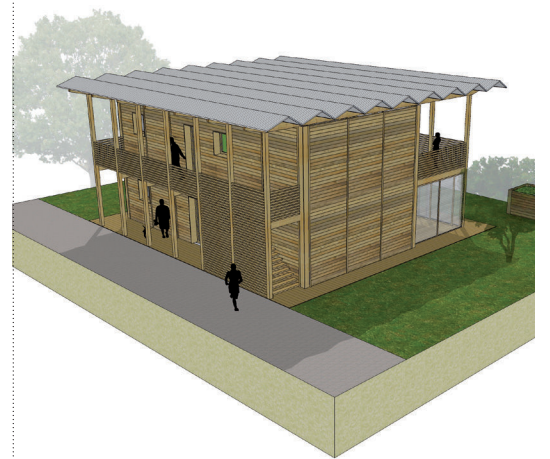
« Toiture végétalisée »





« Nanotour »

Perspectives Nord

Toiture Photovoltaïque



Armadillo Box 71 Variations

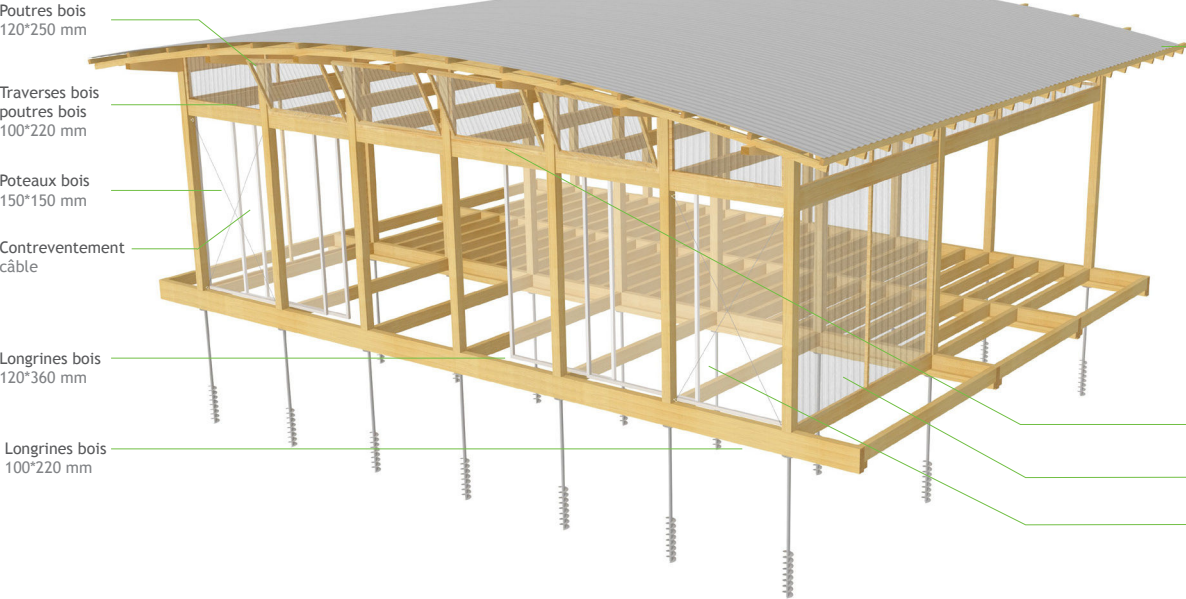
 <p>MAÎTRE D'OUVRAGE Conseil général de Seine-et-Marne Rue de la République 77000 MEAUX 03 15 45 45 45</p>	 <p>ARMADILLO BOX 71 Généraliste Fondateur de la Box et du Box 77000 MEAUX</p>	<p>MAÎTRE D'ŒUVRE Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Grenoble 40 Avenue des Capucines BP 1077 - 38000 GRENOBLE Cedex 2 04 77 20 00 00</p>
<p>ABox71.Variations</p>	<p>DATE 14.10.2011</p>	<p>LOCALISATION</p>

Perspectives Sud



Détail constructif de l’enveloppe

COMPOSITION DE LA STRUCTURE PRINCIPALE



COMPOSITION DE LA TOITURE

- Bac acier sinusoïdal
- Solivage bois (transversal) 60*40 mm
- Contrelatte bois 40*20 mm
- Pare-pluie
- Solivage bois (longitudinal) 60*80 mm + Isolant fibre de bois 80 mm
- Lattis sous-face toiture 27*150 mm

COMPOSITION DE L'ENVELOPPE

- Polycarbonate ondulé
- chassis bois battant (nord/sud)
- chassis bois fixe (est/ouest)
- Verre (simple vitrage) chassis alu coulissant

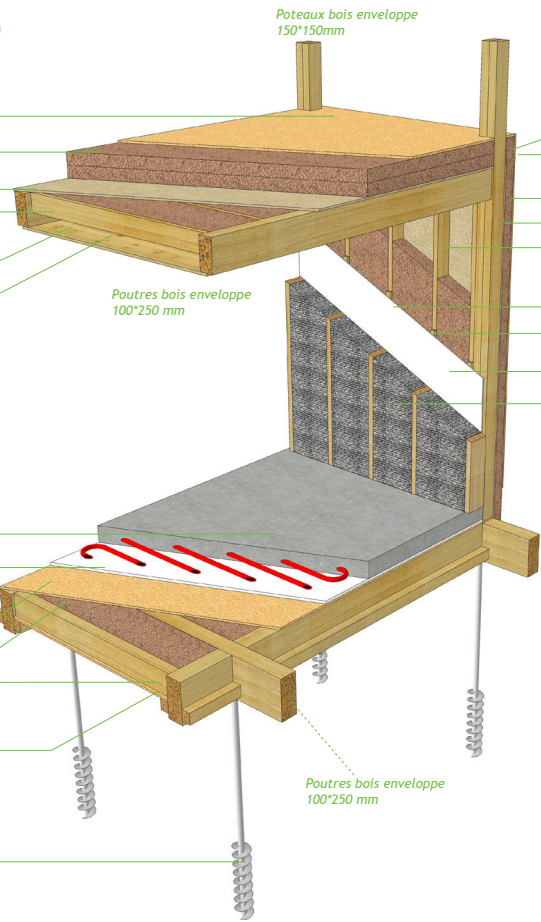
Détail constructif du module (paroi nord)

COMPOSITION DE LA DALLE HAUTE

- OSB 18 mm
- Isolant fibre de bois (pare-pluie) 2 x 100 mm
- Agépan DWD 16 mm
- Bois d'ossature 145*45 mm + Isolant fibre de bois 150 mm
- Frein-vapeur
- Trois plis Douglas 20 mm

COMPOSITION DE LA DALLE BASSE

- Dalle béton surfacé 130 mm
- Isolant plaque à plots + tuyaux PER chauffage 50 mm
- Plaque OSB 18 mm
- Frein-vapeur
- Bois d'ossature 75*200 mm + Isolant fibre de bois 200 mm
- OSB (pare-pluie) 12 mm



COMPOSITION DES MURS (ext -> int)

- Bardage pose en clin 150*27 mm
- Tasseaux bois 27*40 mm
- Isolant fibre de bois (pare-pluie) 100 mm
- Agépan DWD 16 mm
- Bois d'ossature 145*45 mm + Isolant fibre de bois 150 mm
- Frein-vapeur
- Tasseaux bois 27*40 mm
- Panneaux de fermacell 10 mm
- Gabion de pierres 200 mm

FONDACTIONS

À l’orgine, des fondations vissées étaient prévues. Elles sont maintenant remplacées par des fondations béton classiques dans le cadre du prototype en cours à la GEFB.

Les besoins pour le prototype version 3 (liste non exhaustive, non exclusive)

matériaux

- bois local, menuiserie bois
- isolant écologique
- béton pour la chappe
- polycarbonate
- vitrage performant
- quincaillerie (connecteurs, clous, vis...)
- Bac acier
- Pierre
- Fermacell
- Pieux métalliques

équipements

- système de chauffage
- équipement de production thermique
- VMC simple/double flux
- machines à laver linge/vaisselle
- plomberie/éviers/douche
- appareils cuisson et froid
- éclairage (basse consommation)
- équipement électrique
- équipement de production électrique : panneaux photovoltaïques amorphes, circuit et onduleur (en option)

éléments pour le chantier

- équipement de sécurité pour travailleur (casque, chaussures, gants, lunettes de protection)
- outillage complet

Approche thermique pour Armadillo box 71

L’approche thermique générale est double :

- Vivre dehors plus longtemps en étant protégé par un microclimat. Ceci est rendu possible par la présence de la serre. Outre l’espace supplémentaire créé assimilable à une prolongation du séjour, celle-ci permet de conserver la vue vers l’extérieur tout en garantissant une lumière abondante à l’intérieur de la maison.
 - Vivre confortablement à l’intérieur, dans une atmosphère contrôlée, tout en maîtrisant sa consommation énergétique. Le projet répond ainsi aux besoins énergétiques d’un bâtiment BBC (bâtiment basse consommation), soit une consommation moyenne inférieure à 50 KWh/ m2/an avec des besoins en chauffage estimés à 3045 kWh.
- Armadillo Box 71, reprenant des fondements d’Outsiders, est un projet d’habitation évoluant spatialement en fonction des saisons et des besoins. Le prototype adopte une stratégie énergétique adaptée aux évolutions climatiques annuelles.

Stratégies passives

Enveloppe thermique

Une ossature bois intégrant une isolation en fibre de bois est complétée par une ou plusieurs couches d’isolation complémentaires, également en fibre de bois, afin d’augmenter la performance des parois et de limiter les ponts thermiques liés à la structure.

Inertie

Une dalle béton ainsi qu’un mur intérieur en gabions de pierres apportent l’inertie thermique nécessaire afin d’atténuer les variations trop rapides de température et d’accumuler naturellement la chaleur ou le froid selon les saisons.

En hiver, les grandes baies vitrées au Sud permettent de capter le rayonnement solaire direct et d’accumuler cette énergie gratuite dans la dalle. La serre, grâce à son étanchéité, crée un espace tampon complémentaire limitant également les déperditions thermiques des parois.

En été, la grande dépassée de toiture au Sud couplée à des brises soleils latéraux limite les apports solaires directs et ainsi les risques de surchauffe. L’espace de la serre est également très largement ventilé afin d’aérer fortement l’ensemble de la maison.

Stratégies actives

Une chaudière tout en un

L’expérience du Solar Décathlon a montré l’intérêt de l’utilisation d’une machine proposant un système complet de production de chaleur, traitement d’air et production d’eau chaude sanitaire. Dans un but de réduction des coûts, la partie high tech de la maison se concentre donc dans son système énergétique. La machine retenue, une Nilan VP18 compact associée à une pompe à chaleur air-eau permettra donc d’assurer la climatisation, le chauffage ou rafraîchissement par le sol, la ventilation double flux et la production d’eau chaude sanitaire, dans une solution « tout intégré ». En terme de fonctionnement, le plancher chauffant très basse température, assurera la base du chauffage de la maison. Il sera néanmoins complété par le système de chauffage à air pulsé qui, grâce à sa très forte réactivité, permettra une adaptation fine aux variations des charges internes et externes, et assurera ainsi un confort optimum en toutes circonstances.

Dans une optique low tech complète

Ce système pourrait être remplacé par un poêle à bois. Adossé à une masse thermique, ce type de chauffage pourrait répondre aux besoins thermiques de l’habitation. Il permettrait à l’habitant de retrouver les gestes qui l’amènent au confort de manière indépendante. Un appoint électrique permettrait alors de chauffer rapidement un ballon d’eau chaude, seul, ou en complément de panneaux solaires thermiques éventuels.

Une phase d’instrumentation du prototype permettra de suivre l’évolution de son comportement thermique au cours du temps et des saisons.



Revue de presse :

- Le Journal de Saône-et-Loire - 24/01/2009
- Le Journal du conseil général de Saône-et-Loire - 02/02/2009
- Le Journal de Saône-et-Loire - 17/02/2009
- fordaq - 05/03/2009 - 17:44
- Saône&Loire info - 21/03/2009
- Le Journal de Saône-et-Loire - 24/03/2009
- Le Journal de Saône-et-Loire - 31/03/2009

- Saône&Loire info - Avril 2009
- Saône&Loire info - Avril 2009
- Revue : "ecologik" n°8 - avril mai 2009
- metro - jeudi 14/05/2009
- Le Journal de Saône-et-Loire HABITAT - 2009
- Le Journal de Saône-et-Loire - 30/05/2009
- Le Journal de Saône-et-Loire - 29/10/2009
- La renaissance - 30/10/2009
- Le Journal de Saône-et-Loire - 04/11/2009

Chers partenaires, chers sponsors,

Pour toute information complémentaire que vous souhaiteriez avoir ou pour toute aide de votre part, vous pouvez vous adresser au Conseil Général 71 par l'intermédiaire de la Galerie Européenne de la Forêt et du Bois.

Galerie Européenne de la Forêt et du Bois
71520 DOMPIERRE-LES-ORMES
Tél. 03 85 50 37 10 - Fax 03 85 50 37 20
Mel : galerie-du-bois@cg71.fr
http://galeriedubois.cg71.fr

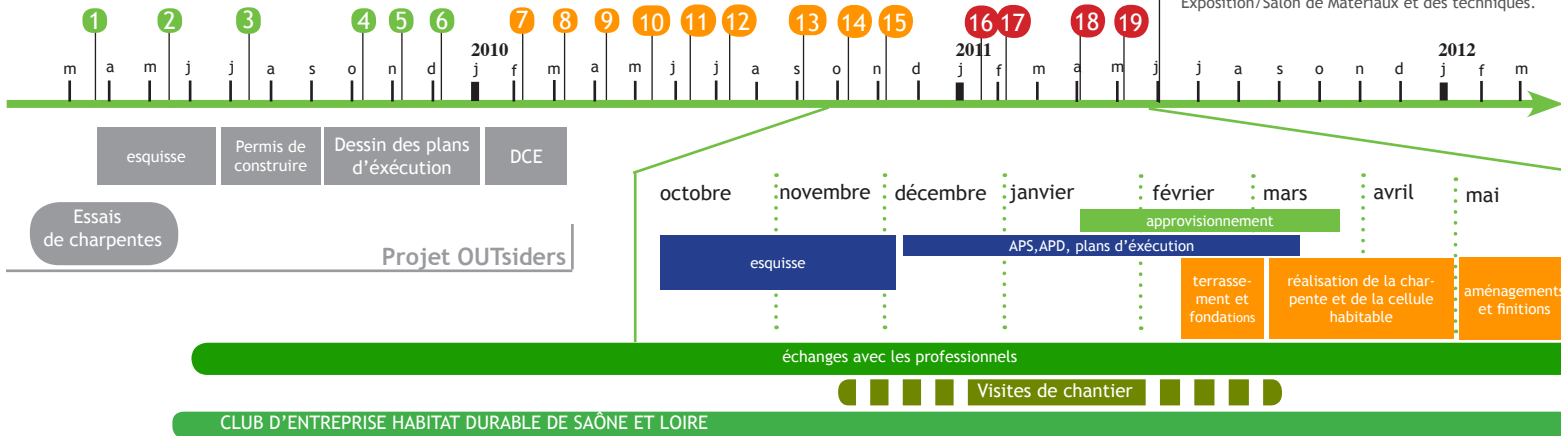
- 15 fin 2010 : Thomas Jusselme, ingénieur en éco-conception, exNdo « les fondamentaux du bioclimatisme »

2011

- 16 13 janvier : «La récupération d'eau de pluie, quand est-elle nécessaire ?» par l'Entreprise Symbiose
- 17 3 fév. : «La Tour Elithis, un an après ...» Avec Christian ROZIER, Directeur Exploitation Elithis Ingénierie
- 18 7 avril : «Pour une architecture et un cadre de vie durables ?» François Pélegrin, Architecte DPLG, Urbaniste DUP
- 19 5 mai : «Présentation des activités de la coopérative Caracol : construction en terre crue, et formations.» Mathilde Béguin, Architecte DPLG, titulaire d'un DSA «architectures de terre», responsable de la formation au sein de la SCOP Caracol

- GI Festival Grains d'isère du 1er au 05 juin Grands Ateliers de l'Isle d'Abeau Le matériau terre crue, de la physique des grains à l'architecture. Exposition/Salon de Matériaux et des techniques.

Calendrier prévisionnel de l'expérimentation



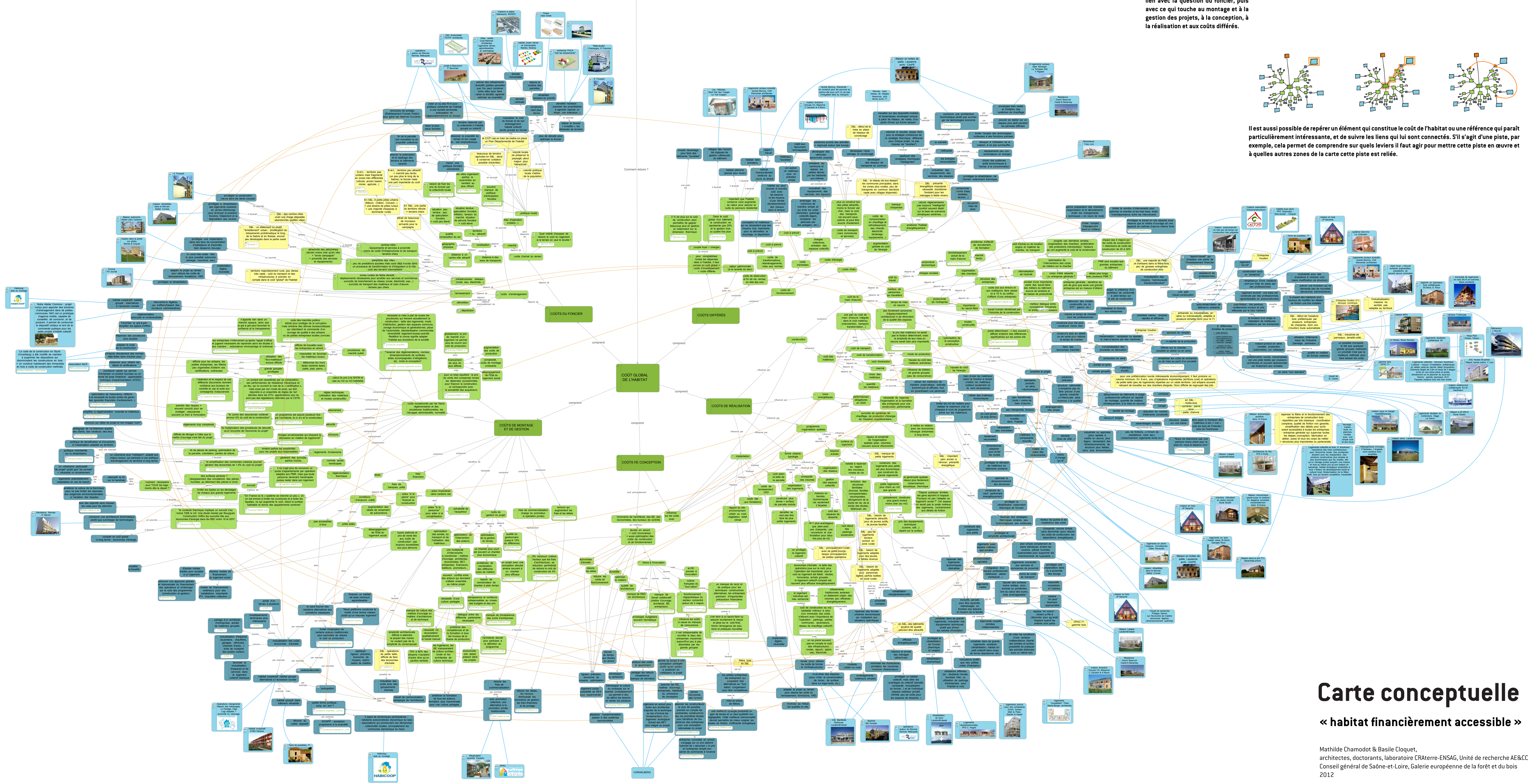
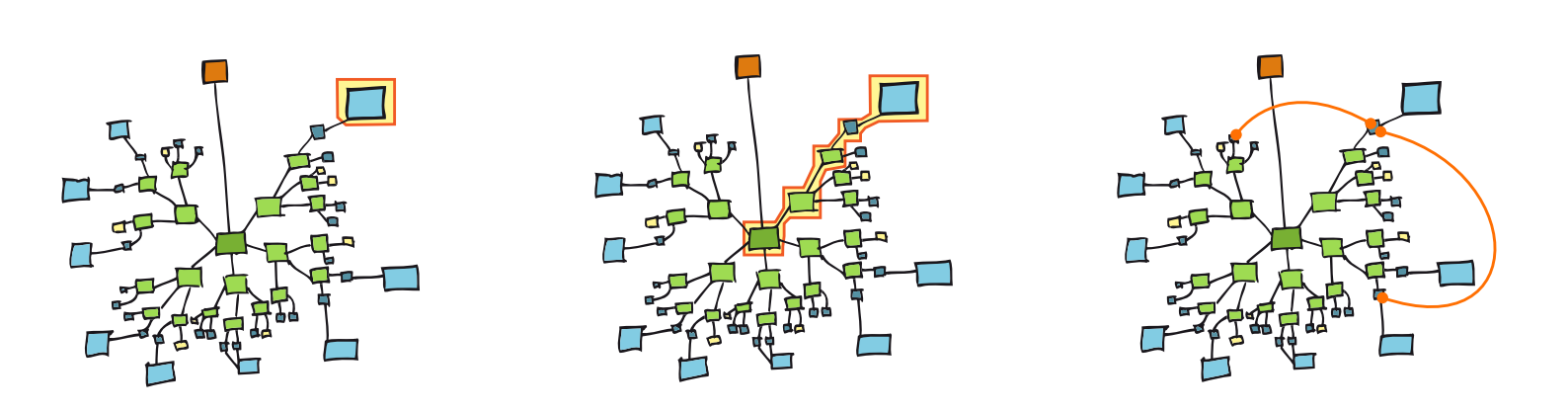
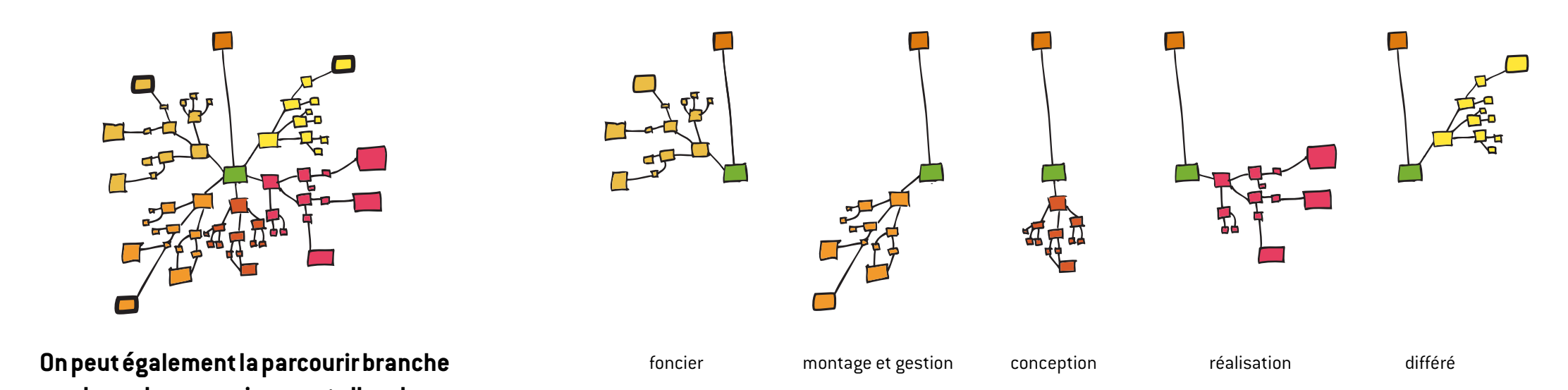
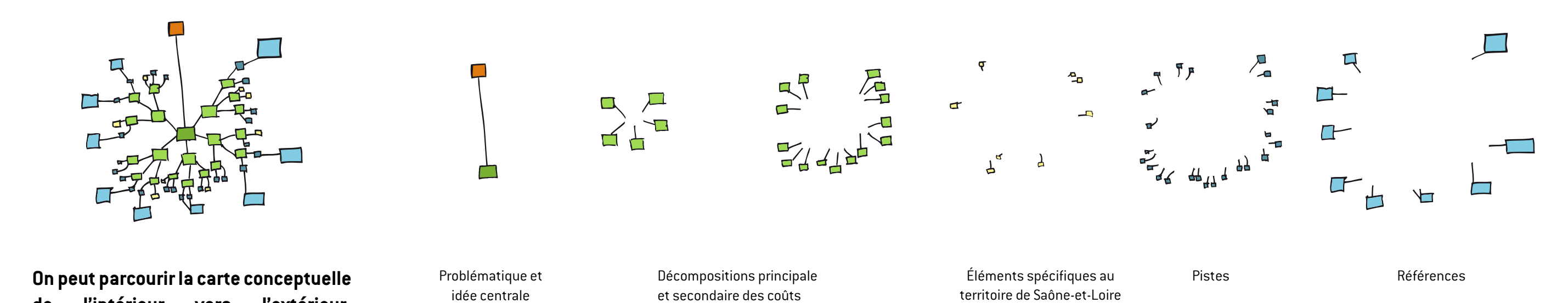
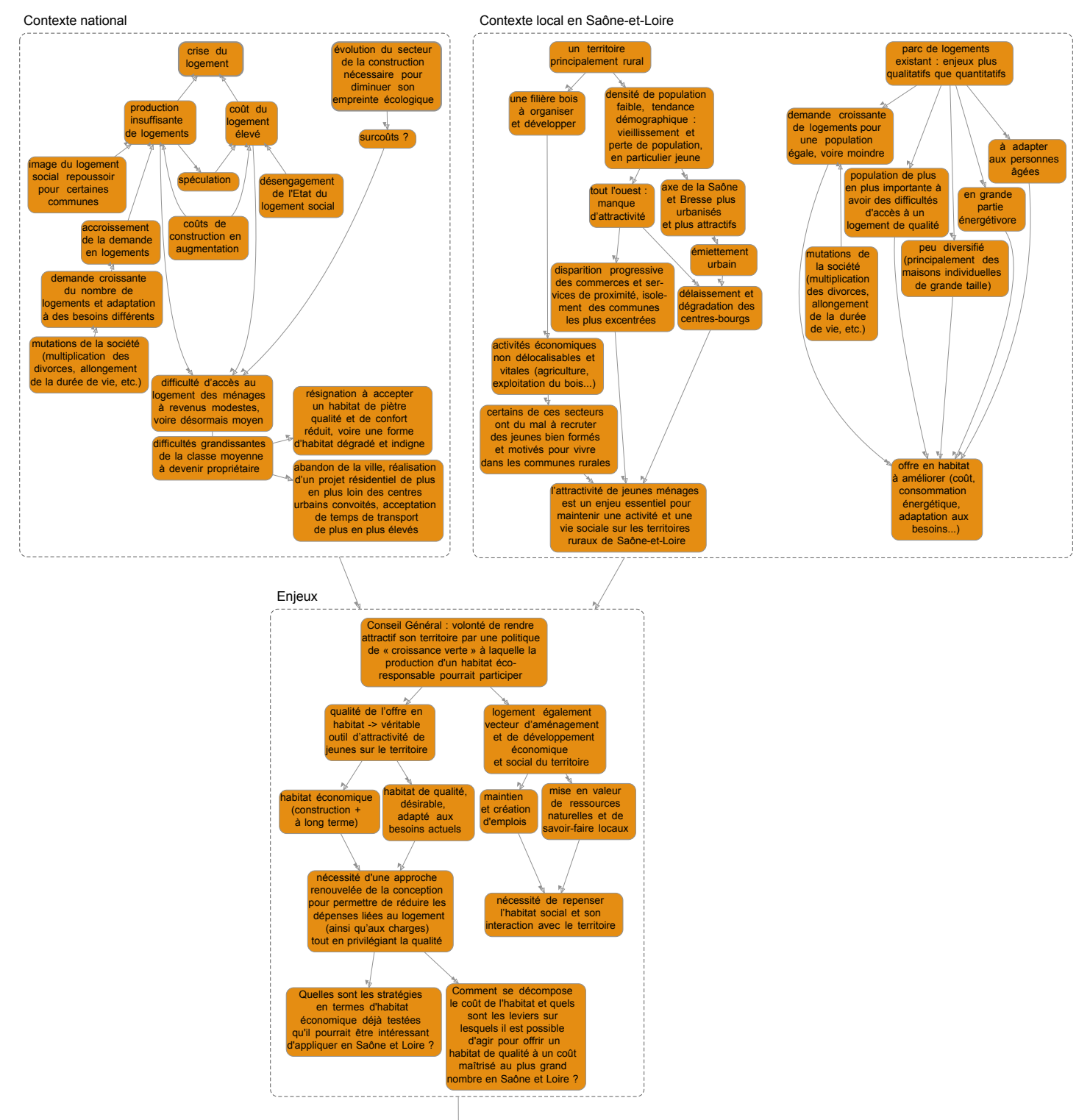
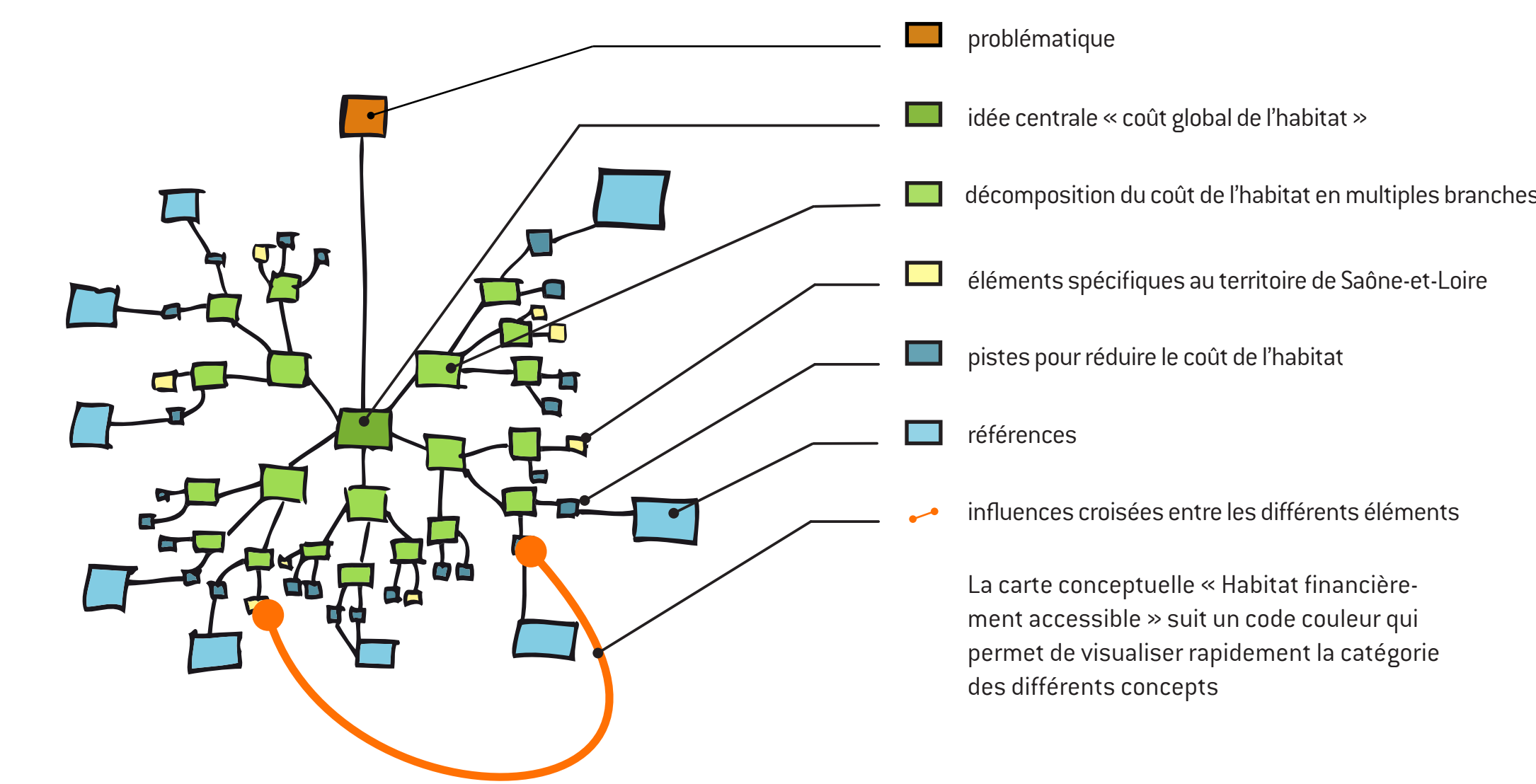
Les porteurs du projet



Directeur de publication : Boris Vallaud
Galerie Européenne de la Forêt et du Bois
71520 DOMPIERRE-LES-ORMES
Tél. 03 85 50 37 10 - Fax 03 85 50 37 20
Mel : galerie-du-bois@cg71.fr
http://galeriedubois.cg71.fr

MAJ mai 2011

V 2 19.5



Carte conceptuelle

« habitat financièrement accessible »

Mathilde Chamodot & Basile Cloquet,
architectes, doctorants, laboratoire CRAtère-ENSAG, Unité de recherche AEB&CC
Conseil général de Saône-et-Loire, Galerie européenne de la forêt et du bois
2012